



André Mateus Amorim Dias de Freitas

Eficiência energética em sistemas de ar comprimido

Dissertação de Mestrado

Setembro/2017



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA ELETROTÉCNICA E DE COMPUTADORES

Eficiência energética em sistemas de ar comprimido

André Mateus Amorim Dias de Freitas

Membros do Júri:

Presidente: Professor Doutor Álvaro Filipe Cardoso de Oliveira Gomes

Orientador na FCTUC: Professor Doutor Humberto Manuel Matos Jorge

Vogal: Professora Doutora Rita Cristina Girão Coelho da Silva

Setembro/2017

Coimbra

Agradecimentos

Começo por agradecer ao Professor Doutor Humberto Jorge, pela orientação, esclarecimento de dúvidas, disponibilidade e atenção que sempre me dedicou. Ao Senhor António Durval, o meu sincero agradecimento pelas sábias palavras, pelo acompanhamento incansável, por ter acreditado em mim, e por toda a motivação e conhecimentos que sempre me transmitiu.

A todos os membros da BorgWarner Emissions and Thermal Systems Portugal, o meu sincero obrigado. Em especial aos membros do departamento *Manufacturing Services* por toda a preocupação e apoio demonstrado, que foram muito importantes para mim.

Não posso deixar de agradecer aos meus colegas de curso, amigos e família pelo companheirismo e pelas boas experiências partilhadas.

Aos meus pais, o maior agradecimento. Por me permitirem ter chegado até aqui, sem eles nada disto seria possível. Ao meu irmão, por todo o seu tempo que me dedicou durante esta fase da minha vida.

Resumo

A manutenção e a realização de ações de melhoria de eficiência energética num sistema de ar comprimido refletem-se em vantagens para o setor industrial, tais como uma maior segurança e fiabilidade do sistema e uma redução dos custos que estão associados à redução de consumos. O potencial de ganhos associados ao aumento da eficiência destes sistemas é elevado, prova disso é o estudo da União Europeia “SAVE II”, em 2000, onde se constata que os compressores de ar comprimido foram responsáveis pelo consumo de 80 mil GWh a nível europeu (cerca de 1,5 vezes o consumo total de eletricidade em Portugal), sendo que pelo menos 30% deste valor poderia ter sido evitado.

A grande maioria dos processos das linhas de produção da BorgWarner Emissions and Thermal Systems Portugal (BWP), onde decorreu o trabalho aqui descrito, necessita de ser abastecida com ar comprimido. Apesar de em 2014, a empresa se ter mudado para um novo edifício, passados dois anos, começaram a ser notórias algumas lacunas não só relativamente à eficiência do sistema, mas também a sua falta de monitorização e controlo. Da consciencialização dos responsáveis pelo sistema de ar comprimido, surgiu a ideia de criar um projeto 6 sigma cujo o objetivo é criar medidas de melhoramento e controlo do sistema, de forma a garantir que este se mantenha estável e eficiente ao longo dos anos.

Para reforçar a necessidade, importância e valor acrescentado deste projeto, surgiu a oportunidade de desenvolver esta dissertação de mestrado, no âmbito do estágio curricular do Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra, com o objetivo de analisar todo o sistema de ar comprimido da BWP, e identificar as possíveis oportunidades de melhoria. Deste trabalho resultou um plano de ações que foi integrado no projeto 6 sigma “*Energy Efficiency Improvement in the Compressed Air System*” para dar início a uma agenda de trabalhos da responsabilidade do departamento de Manufacturing Services (MS).

Palavras Chave: Eficiência Energética; Sistemas de Ar Comprimido; Manutenção; 6 Sigma

Abstract

Energy efficiency in compressed air system translates into advantages for the industrial sector, such as greater safety and security of the system and consumption reduction. The potential for gains associated with increasing the efficiency of these systems is high. This is illustrated by the European Union study “SAVE II”, in 2000, where compressors were responsible for the consumption of 80,000 GWh in this region (about 1,5 times the total electricity consumption in Portugal), and at least 30% of this figure could have been avoided.

This project has taken place in the facilities of BWP. Here, almost all the production lines in BWP need to be supplied with compressed air. In 2014, the company moved to a new building, after two years, some gaps began to appear in the system, not only related to the efficiency of the system but also lack of monitoring and control. From the awareness of those gaps by the people responsible for the compressed air system, emerged the 6 sigma project whose objective is to yield measures to improve and control the system to ensure that it is stable and efficient over the years.

To reinforce the importance and value of this project, arised the opportunity to develop this master’s thesis, within a curricular internship of the Master’s degree in Electrical and Computer Engineering, in the Faculty of Sciences and Technologies of University of Coimbra, with the objective of analyzing the entire compressed air systems of BWP and identifying possible opportunities for improvement. This work resulted in an action plan that was integrated into the 6 sigma “Energy Efficiency Improvement in the Compressed Air System” to start a work schedule to the Manufacturing Services department.

Key Words: Energy Efficiency; Compressed Air Systems; Maintenance; 6 sigma

*“Projects we have completed demonstrate what we know,
future projects decide what we will learn.”*

- Dr. Moshin Tiwana, Engineer & Consultant

Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	iii
Abstract.....	v
Lista de figuras.....	xiii
Lista de tabelas.....	xv
Lista de abreviações.....	xvii
1. Introdução.....	1
1.1. Motivação.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. BorgWarner Emissions and Thermal Systems Portugal.....	3
2. Introdução aos sistemas de ar comprimido.....	5
2.1. Central de produção.....	5
2.2. Compressores.....	6
2.3. Qualidade do ar.....	8
2.4. Secadores.....	10
2.5. Filtros.....	12
2.6. Condensados.....	13
2.7. Reservatório de ar.....	14
2.8. Rede de distribuição.....	15
3. O sistema de ar comprimido instalado na BWP.....	17
3.1. Produção do ar comprimido.....	17
3.1.1. A sala dos compressores.....	17
3.1.2. Os compressores.....	19
3.2. Tratamento do ar comprimido.....	23
3.2.1. A qualidade do ar.....	24
3.2.2. Os secadores.....	24
3.2.3. Os filtros.....	26
3.2.4. A gestão de condensados.....	27
3.3. Distribuição do ar comprimido.....	28
3.3.1. O Reservatório de ar comprimido.....	28
3.3.2. A Rede de distribuição.....	28
4. Oportunidades de melhoria.....	31

4.1.	Ligação do SAC à GTC.....	32
4.2.	Sensibilização e envolvimento das pessoas.....	34
4.3.	Eliminação e controlo de fugas de ar comprimido.....	37
4.4.	Manutenção do SAC.....	40
4.5.	Temperatura do ar de admissão dos compressores.....	42
4.6.	Recuperação do calor dissipado pelos compressores.....	45
4.7.	Projeto Energy Efficiency in Compressed Air Systems.....	47
5.	Conclusão.....	49
	Referências Bibliográficas.....	51
	Anexos.....	53
	Anexo A – Planta da sala dos compressores.....	55
	Anexo B – Metodologia 5S.....	56
	Anexo B.1 – O que é a metodologia 5S?.....	56
	Anexo B.2 – Calendário das auditorias 5S do departamento MS.....	57
	Anexo C – Registo diário do consumo energético da sala dos compressores.....	58
	Anexo D – Checklist manutenção do 1º nível.....	62
	Anexo E – Chapas de características dos compressores.....	65
	Anexo E.1 – Chapa de características do compressor.....	65
	Anexo E.2 – Chapa de características do motor elétrico.....	66
	Anexo F – Registo diário do desempenho dos compressores.....	67
	Anexo G – Procedimento de alternância de funcionamento do compressor e secador.....	71
	Anexo H – Plano de manutenção dos compressores.....	72
	Anexo I – Procedimento de controlo de energia (LOTO) dos compressores.....	73
	Anexo J – Chapa de características dos secadores.....	74
	Anexo K – Registo diário do consumo energético dos secadores e outros equipamentos.....	75
	Anexo L – Plano de manutenção dos secadores.....	77
	Anexo M – Procedimento de controlo de energia (LOTO) dos secadores.....	78
	Anexo N – Chapa de características do RAC.....	79
	Anexo O – Procedimento de controlo de energia (LOTO) do RAC.....	80
	Anexo P – Layout da rede de distribuição do SAC da BWP.....	81
	Anexo Q – Tabela de variáveis disponíveis por comunicação Modbus do contador energético Schneider Electric iEM3250.....	82
	Anexo R – Tabela de variáveis disponíveis por comunicação Modbus do controlador Ingersoll Rand Xe-145M.....	83

Anexo S – Caudal de fugas (m ³ /min) em função da pressão (bar) e diâmetro (mm) do orifício [1]	85
Anexo T – Analisador de energia Chauvin Arnoux PEL 103	86
Anexo U – Estimativa do caudal de fugas do SAC [17]	87
Anexo V – Detetor de ultrassons LKS1000-V.2	88
Anexo W – Projeto 6 sigma “Eficiência Energética”	89
Anexo W.1 – Etiqueta de identificação standard para fugas de ar comprimido, utilizada na BWP.	89
Anexo W.2 – Documento utilizado para monitorização do estado das fugas de ar comprimido identificadas.	90
Anexo X – Temperaturas do sensor de temperatura P5	91
Anexo Z – Projeto 6 sigma	117
Anexo Z.1 – Project Charter	117
Anexo Z.2 – Process Map	118
Anexo Z.3 – Plano de futuras ações	119

Lista de figuras

Figura 1 - Logotipo do grupo BorgWarner.	3
Figura 2 - Instalações da BorgWarner Emissions and Thermal Systems Portugal [5].	4
Figura 3 - Alguns tipos de compressores e respetivas tecnologias de compressão [1].	6
Figura 4 - Curvas características pressão-caudal [6].	8
Figura 5 - Concentração dos contaminantes quando o volume de ar é reduzido com a compressão [8].	9
Figura 6 - Exemplo de uma instalação de tratamento de ar [10].	12
Figura 7 - Exemplo de um sistema de recolha de condensados num SAC [10].	13
Figura 8 - A sala dos compressores da BWP.	17
Figura 9 - Diagrama de fluxo de um compressor volumétrico rotativo de parafuso lubrificado [6].	20
Figura 10 - Controlo por VEV [1].	21
Figura 11 - Configuração da gama de pressão dos dois compressores em cascata.	21
Figura 12 - Diagrama de fluxo de ar de um secador de refrigeração D1300EC [15].	25
Figura 13 - Indicador duplo de estado do elemento filtrante da Ingersoll Rand.	27
Figura 14 - Purga de condensados eletrónica da BEKOMAT.	27
Figura 15 - Exemplo representativo das perdas de carga em vários pontos do SAC da BWP.	29
Figura 16 - Metodologia DMAIC (a) e Ciclo PDCA (b).	31
Figura 17 – Exemplo sugestivo de um mapa de sinalização de problemas.	36
Figura 18 - Diagrama de carga do compressor BW000374 entre as 14h00m e as 22h00m no dia 10 de junho de 2017.	37
Figura 19 - Cinco ciclos de funcionamento carga-vazio do compressor BW000374.	38
Figura 20 - Layout com os sensores de temperatura da BWP	43
Figura 21 - Diagrama das temperaturas monitorizadas pelo sensor P5 entre 1 de janeiro de 2017 e 31 de maio de 2017.	44
Figura 22 - Conduatas de extração do ar quente resultante do arrefecimento dos compressores.	45
Figura 23 - Sistema de recuperação de calor da Ingersoll Rand [17].	46

Lista de tabelas

Tabela 1 - Classes de pureza ISO 8573-1:2010	10
Tabela 2 - Consumos energéticos mensais da sala dos compressores (Anexo C – Registo diário do consumo energético da sala dos compressores).	19
Tabela 3 - Principais características dos compressores (Anexo E – Chapas de características dos compressores).....	20
Tabela 4 - Consumos mensais dos compressores (Anexo F – Registo diário do desempenho dos compressores).....	23
Tabela 5 - Classificação por tipo de indústria [10].	24
Tabela 6 - Principais características dos secadores (Anexo J – Chapa de características dos secadores).	25
Tabela 7 - Consumos energéticos mensais dos secadores e outros equipamentos (Anexo K – Registo diário do consumo energético dos secadores e outros equipamentos.)	26
Tabela 8 - Características do RAC (Anexo N – Chapa de características do RAC).....	28
Tabela 9 - Listagem das variáveis a monitorizar do contador Schneider Electric iEM3250.	33
Tabela 10 - Listagem de variáveis a monitorizar dos controladores Ingersoll Rand Xe-145M.....	33
Tabela 11 - Algumas aplicações e correspondentes alternativas ao uso de ar comprimido [1] [3] [13] [14].	35
Tabela 12- Intervalos de tempo associados aos cinco ciclos de funcionamento representados na Figura 18	38
Tabela 13 - Variação do consumo energético dos compressores em função da temperatura do ar aspirado.	43

Lista de abreviações

5S – Seiri (Utilização), Seiton (Organização), Seiso (Limpeza), Seiketsu (Higiene), Shitsuke (Disciplina)

BW – BorgWarner

BWP – BorgWarner Emissions and Thermal Systems Portugal

CO₂ – Dióxido de Carbono

FAD – Free Air Delivery

FCTUC – Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra

GTC – Gestão Técnica Centralizada

HR – Humidade Relativa

ISO – International Organization for Standardization

KPI – Key Performance Indicators (Indicadores de desempenho)

LOTO – Lock Out/Tag Out

MS – Manufacturing Services

PCE-L – Procedimento de Controlo de Energia - Lockout

PDP – Pressure Dew Point (Ponto de Orvalho sob Pressão)

RAC – Reservatório de Ar Comprimido

SAC – Sistema de Ar Comprimido

SC – Sala dos Compressores

UE – União Europeia

VEV – Variador Eletrónico de Velocidade

1. Introdução

Pretende-se com este capítulo, dar a perceber qual o impacto e a parcela associada na indústria europeia e portuguesa, no que diz respeito aos consumos energéticos dos sistemas de ar comprimido (SAC). Apresentar a empresa onde decorreu e se focou este projeto. Dando a conhecer o grupo, a sua estrutura, algumas áreas de negócios e a sua dimensão de escala mundial, com especial destaque na unidade fabril de Portugal em Viana do Castelo. Sobre o SAC em questão, explicar-se-á a origem deste projeto. A necessidade da sua existência, mencionando os antecedentes que o suportam e os objetivos a atingir até ao final do estágio curricular do aluno. Além disso, pretende-se apresenta aqui também os objetivos e as motivações relacionado com o tema do estágio e o desenvolvimento do trabalho que deu origem a esta dissertação.

1.1. Motivação

Devido à segurança, versatilidade de aplicações e garantias de produção, o ar comprimido é amplamente utilizado na indústria, sendo considerado como uma das fontes energéticas mais importantes no setor industrial. A grande maioria das empresas, desde a pequena loja de máquinas, até à fábrica de produção de pasta de papel em grande escala, possuem um SAC. Em muitos casos, o SAC chega a ser tão importante que pode mesmo comprometer todo o funcionamento de uma instalação industrial. Os SAC representam um dos principais consumidores de energia elétrica na indústria Europeia, sendo responsáveis por mais de 10%. No entanto, há até setores industriais que podem ultrapassar 30% do consumo, como é o caso da indústria de vidros [1] [2].

Tratam-se de sistemas que essencialmente convertem energia elétrica em ar comprimido e podem variar desde pequenos sistemas de 2 kW, até sistemas de maior complexidade que podem atingir os 37 MW [3]. A produção de ar comprimido pode ser responsável por 5 a 20% dos custos globais de energia elétrica do processo de fabrico, e o consumo de energia é a parcela mais significativa nos seus custos de operação, representando em média cerca de 80 a 90% [1]. Estima-se que só na União Europeia (UE), a produção de ar comprimido seja responsável pelo consumo de 80 TWh de eletricidade, e pela emissão de 55 milhões de toneladas de dióxido de carbono (CO₂) por ano. Em Portugal, o consumo associado aos SAC na indústria ronda os 2.8 TWh/ano [2].

Ineficiências nestes sistemas podem ser extremamente significantes, uma vez que a implementação de melhorias pode levar a poupanças energéticas de 5 a 50% do consumo de eletricidade [2]. Em muitas empresas, estas percentagens correspondem a poupanças anuais de milhares, ou até mesmo centenas de milhares, de euros. Um SAC devidamente gerido e

monitorizado, para além das poupanças energéticas e redução de custos de manutenção, pode conduzir a menores tempos de paragem, aumentar a capacidade disponível do sistema, e melhorar a qualidade dos produtos, cumprindo assim com as crescentes necessidades de produção, e assegurando a melhor eficiência energética. De salientar que o desempenho energético eficiente destes sistemas não depende exclusivamente dos equipamentos que o compõem, mas também da conceção, operação e utilização de todo o sistema. Torna-se assim clara a necessidade de implementação de medidas de controlo e melhoria destes sistemas.

1.2. Objetivos

Com foco no desenvolvimento e capacidades dos seus colaboradores na metodologia 6 sigma, a empresa deu início a uma política interna de resolução de problemas, quer nos departamentos administrativos, serviços e manutenção de apoio à produção, quer nas próprias linhas de produção. Desta mentalidade, nasceu um projeto designado de “Eficiência Energética”, que visa identificar várias inconformidades e lacunas que afetam a eficiência energética de toda a instalação. Este projeto viria então a ser dividido em vários projetos dedicados a temas específicos, como o consumo de água, o consumo de eletricidade, o ambiente térmico na zona de produção, a iluminação, o SAC, entre outros.

Apesar de terem sido evidentes as melhorias no SAC, devido às ações realizadas no projeto “Eficiência Energética”, estas medidas mostraram-se eficazes apenas a curto prazo. Comprovou-se assim que era realmente necessário especificar um projeto focado no SAC, que permitisse otimizar as ações tomadas no passado, identificar oportunidades adicionais de melhoria, e criar planos de controlo para que as novas ações garantam um aumento da eficiência a longo prazo. Tornou-se mais evidente ainda a necessidade da realização de um projeto desta natureza, aquando da entrega do relatório de auditoria energética e plano de racionalização dos consumos de energia. Entre as sete medidas recomendadas para a racionalização do consumo de energia, a redução e controlo de fugas de ar comprimido é a segunda medida com maior impacto de poupanças energéticas.

Tendo em conta que, durante o período de estágio não seria possível realizar na íntegra um projeto baseado na metodologia 6 sigma, em conjunto com o departamento de gestão e manutenção da instalação – Manufacturing Services – este projeto tem por objetivo definir os indicadores de desempenho do SAC a serem monitorizados, identificar oportunidades de melhoria do sistema, e definir planos para inicialização de medidas de ação e controlo do SAC, a longo prazo. Assim, com este trabalho, pretendeu-se analisar todo o sistema e definir um plano de oportunidades de

melhoria para dar início ao projeto 6 sigma “*Energy Efficiency Improvement in the Compressed Air System*”.

1.3. BorgWarner Emissions and Thermal Systems Portugal

O grupo BW (BW) produz componentes para motores, transmissões e sistemas de condução e fluídos. Há décadas que o grupo assumiu este compromisso e desde então tem desenvolvido novas tecnologias por forma a oferecer soluções inovadoras para sistemas propulsores, melhorando a economia de combustível, as emissões e o desempenho. Criar soluções para alguns dos mais importantes desafios nos dias de hoje com o objetivo de um mundo mais limpo e mais eficiente energeticamente, é a principal missão do grupo [4].



Figura 1 - Logotipo do grupo BorgWarner.

Com sede em Auburn Hills, Michigan, Estados Unidos da América, em 31 de dezembro de 2016, o grupo contava com 62 localizações distribuídas por 17 países na Europa, América do Norte, América do Sul e Ásia, com aproximadamente 27.000 colaboradores. De forma a proporcionar uma vasta gama de componentes para a indústria automóvel, direcionados para as áreas de motores e transmissões, e dar a melhor resposta às exigências do sector automóvel, o grupo encontra-se distribuído em cinco diferentes unidades de negócio [4]:

- *Emissions and Thermal Systems*
- *Morse Systems*
- *PowerDrive Systems*
- *Transmissions Systems*
- *Turbo Systems*



Figura 2 - Instalações da BorgWarner Emissions and Thermal Systems Portugal [5].

A 7 de Novembro de 2014, a BorgWarner Emissions and Thermal Systems Portugal (BWP) inaugura a nova unidade fabril em Viana do Castelo (Figura 2), dedicada à produção de componentes de recirculação de gases, tubos de água e óleo, bocas de carga de combustível e módulos de controlo para velas incandescentes. Estes produtos destinam-se a grandes marcas do sector automóvel de passageiros e comerciais como Fiat, Ford, Renault, Nissan, Perkins, Navistar, Jaguar, Mercedes, GM, Volkswagen, entre outros. Para além da vasta gama de clientes, a BWP orgulha-se pelo prestígio alcançado pela certificação do sistema de gestão de qualidade dos seus produtos pela norma ISO/TS 16949:2009 e certificação ambiental pela norma ISO14001:2004 [4].

2. Introdução aos sistemas de ar comprimido

Um SAC energeticamente eficiente é aquele que garante que apenas existe uma produção adequada às necessidades dos consumidores finais com um mínimo de consumo energético. O elevado nível de automatização dos processos industriais nos dias de hoje é tão elevado e a sua dependência de ar comprimido, exige uma fiabilidade e disponibilidade total de produção de ar comprimido de forma a não comprometer a continuidade dos processos de produção. É necessário também garantir que a qualidade do ar comprimido está em conformidade com o especificado pelo consumidor, e evitar a deterioração prematura de todos os componentes que compõem o SAC nas instalações. Neste capítulo, será realizado um enquadramento de todos os elementos que normalmente constituem um sistema típico de ar comprimido numa instalação industrial.

2.1. Central de produção

Independentemente do tipo de indústria, na grande maioria dos casos uma produção de ar comprimido centralizada é a melhor opção, não só do ponto de vista de custos de operação e manutenção, mas também ao nível da redundância, disponibilidade dos equipamentos, restrição a pessoal não autorizado, controlo do nível de ruído e ventilação do ar interior da sala. A central deve possuir espaço suficiente para a movimentação dos equipamentos e/ou dos seus componentes, por forma a facilitar as ações de manutenção. A fim de minimizar tempos de imobilização e reduzir os custos das ações a realizar, deverão ser considerados meios próprios capazes de elevar e movimentar o mais pesado de todos os equipamentos instalados. Deve procurar-se garantir todas as condições ambientais favoráveis à produção de ar comprimido no que diz respeito à temperatura ambiente, humidade, ventilação e contaminação do ar de admissão da central. Para isso, são recomendadas as grelhas de admissão de ar (do exterior), constituídas por aberturas bem dimensionadas e livres de eventuais obstruções causadas por objetos, para que haja uma boa ventilação da central. Sempre que possível, as grelhas devem estar localizadas em fachadas viradas a Norte e em áreas com pouca exposição solar [1] [6] [7].

Nas situações em que não existam espaços interiores capazes de alojar uma central de produção de ar comprimido, a sua instalação poderá ser feita no exterior, sob uma cobertura. Nestes casos, é necessário ter em consideração determinados aspetos como por exemplo: o risco de congelamento de componentes dos equipamentos; proteção contra chuva e neve nas aberturas ou canais de entrada do ar de admissão; ventilação de ar suficiente; alicerces suficientemente

robustos; poeiras; substâncias inflamáveis ou agressivas; e restringir o acesso aos equipamentos de pessoas sem acesso autorizado [6].

Poderá também ser opção descentralizar ou instalar uma máquina dedicada a determinadas aplicações específicas. Para um pequeno consumidor que necessita de valores de pressão muito superiores, é mais vantajoso dedicar um compressor, em alternativa ao aumento da pressão de serviço de toda a rede [1].

2.2. Compressores

Nos dias de hoje, a grande maioria dos compressores industriais consistem num único equipamento que já possui incluído uma grande quantidade de componentes como: o elemento compressor; o motor elétrico; o acionamento elétrico; isolamento sonoro; entre muitos outros acessórios já integrados numa só estrutura para uma instalação mais fácil e rápida. Os principais tipos de compressores dividem-se em dois grandes grupos, os compressores dinâmicos e os compressores volumétricos (Figura 3).

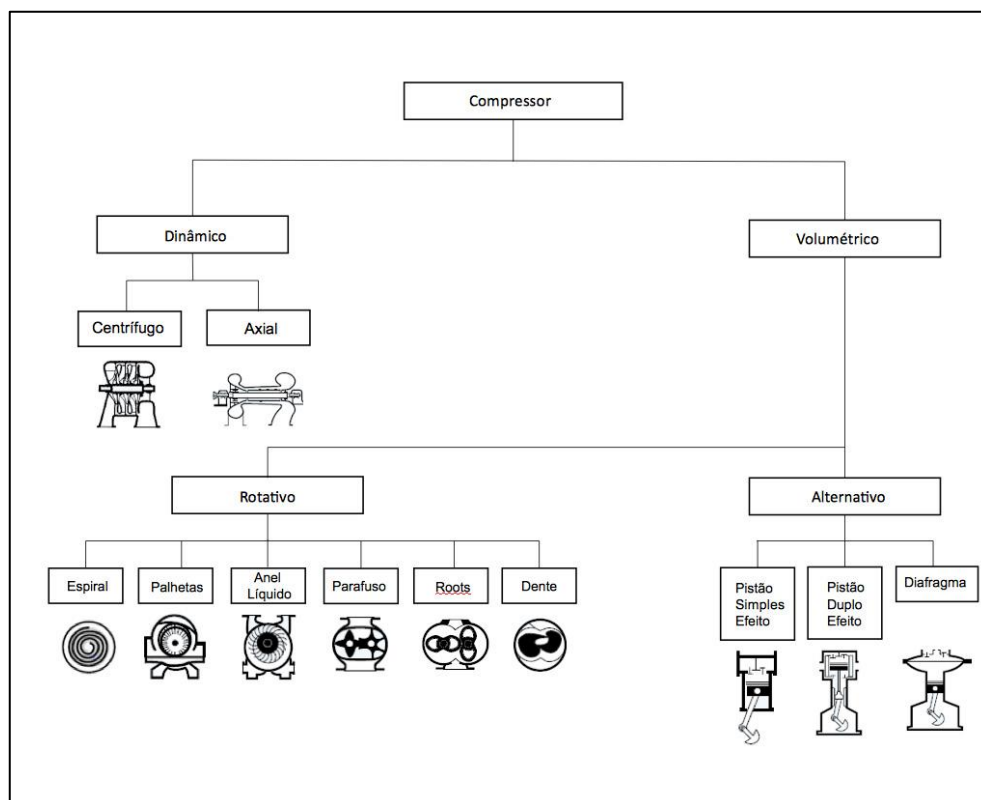


Figura 3 - Alguns tipos de compressores e respetivas tecnologias de compressão [1].

Nos compressores dinâmicos a compressão é obtida através da conversão da energia cinética em energia potencial (pressão do ar comprimido). A massa de gás é acelerada até altas velocidades num impulsor, e de seguida é forçada a desacelerar ao ser expandida no difusor. Estes

compressores podem ser divididos em dois tipos de tecnologias – centrífugo ou axial. Os compressores dinâmicos centrífugos são os mais comuns e amplamente utilizados no setor industrial, enquanto que os compressores dinâmicos axiais são mais pequenos e leves, quando comparados com compressores centrífugos equivalentes, conseguindo operar a velocidades muito superiores. O compressor dinâmico axial é utilizado perante a necessidade de caudais mais elevados e constantes [1] [3] [6] [7] [8] [9].

A compressão obtida pelos compressores volumétricos, tal como o próprio nome indica, consiste na redução de volume de gás. O gás é admitido numa ou mais câmaras de compressão, onde o seu volume é reduzido, originando conseqüentemente um aumento de pressão desse gás. Tal como os compressores dinâmicos, também os compressores volumétricos estão divididos em dois tipos – alternativo e rotativo. Um compressor volumétrico alternativo possui três tipos de tecnologias diferentes – pistão simples, pistão duplo, ou diafragma. Grandes compressores volumétricos alternativos industriais são normalmente de pistão duplo e refrigerados a água. No entanto, apesar de serem os mais eficientes de todos os tipos, são maiores, mais ruidosos e mais caros, em comparação com compressores volumétricos rotativos. Os compressores rotativos possuem a gama mais alargada do tipo de tecnologia de compressão – espiral, palhetas, anel líquido, parafuso (isento de lubrificação ou lubrificado), *roots* ou dentes. Devido ao facto de apresentarem baixo custo inicial, possuírem uma manutenção mais fácil, e serem compactos, os de parafuso são o tipo de tecnologia mais comum dos compressores volumétricos rotativos, podendo ser arrefecidos a ar ou a água [1] [3] [6] [7] [8] [9].

Considerando uma velocidade de rotação constante, percebe-se que a curva característica pressão-caudal de um compressor dinâmico difere bastante da curva equivalente para compressores volumétricos (Figura 4). Um compressor dinâmico é uma máquina com características variáveis no que diz respeito ao caudal e à pressão. Por outro lado, um compressor volumétrico é uma máquina com um caudal mais constante, mas capaz de produzir uma maior gama de níveis de pressão. Assim, enquanto os compressores volumétricos permitem obter uma maior gama de pressões mesmo a velocidade de rotação baixas, os compressores dinâmicos estão preparados apenas para instalações que necessitam de grandes caudais e constantes [6].

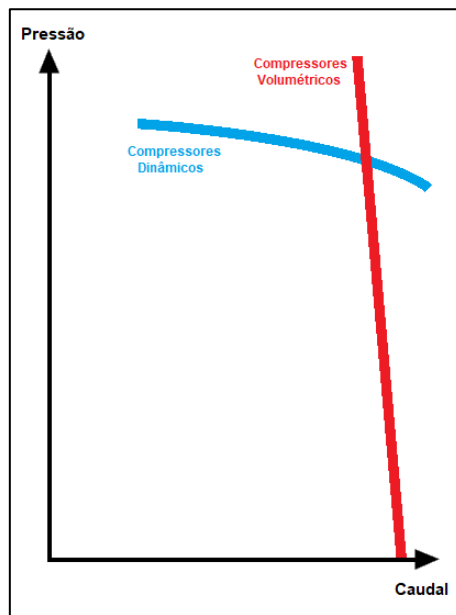


Figura 4 - Curvas características pressão-caudal [6].

Na seleção de um compressor deve-se ter em conta vários fatores de maneira a corresponder o melhor possível aos requisitos do SAC: nível de pressão adequado; caudal suficiente para satisfazer as necessidades de todos os consumidores; tipo de ar em conformidade com os requisitos dos processos de fabrico; e aquele que deverá ser de maior importância, a eficiência energética. De todos estes fatores, o mais complexo de definir é a unidade de medida de caudal, devido à existência de condições de referência distintas – Free Air Delivery (FAD), Normais (N), Atual (A), Standard (S) ou admitido (I). Na Europa, a unidade mais utilizada para definir o ar comprimido disponível para o utilizador, é o FAD, especificado pela norma ISO 1217 Ed. 3 anexo C. Esta norma toma por referência a medição à saída do compressor, após o arrefecedor final, e as condições de admissão (temperatura de 20 °C, pressão de 1 bar e humidade relativa (HR) de 0%) [1].

2.3. Qualidade do ar

Todos os compressores, independentemente do tipo de construção, funcionam como um aspirador gigante que recolhe impurezas, concentrando-as através da compressão (Figura 5). A compressão do ar atmosférico pode levar a um aumento de 800% da concentração de contaminantes presentes [10].

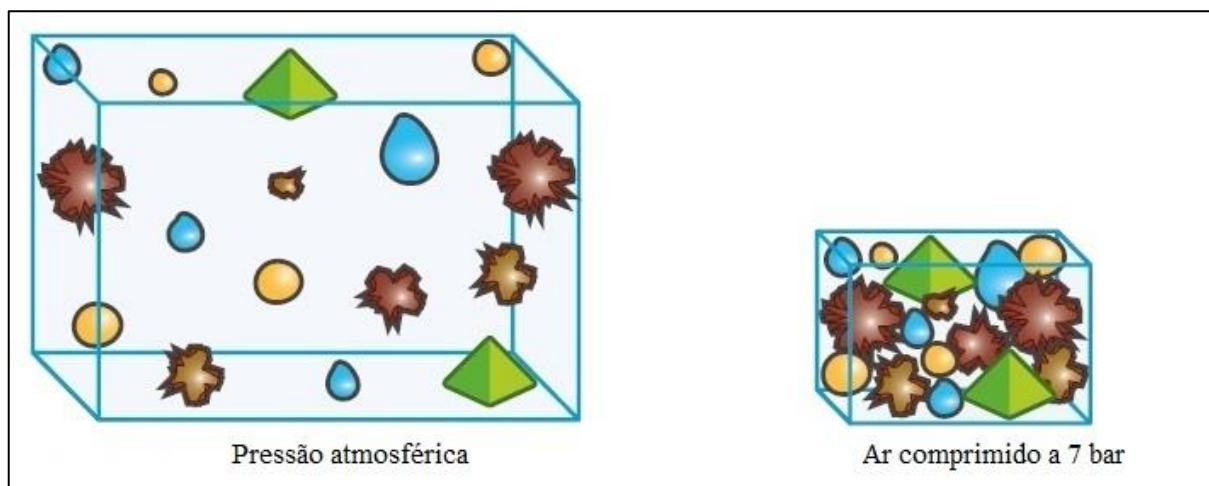


Figura 5 - Concentração dos contaminantes quando o volume de ar é reduzido com a compressão [8].

Atualmente existem três normas em uso, diretamente relacionadas com a qualidade e teste do ar comprimido: as séries ISO 8573; as séries ISO 12500; e a ISO 7183. A série ISO 8573 é a mais utilizada, em particular a norma ISO 8573-1:2010. Esta norma tem como principal objetivo especificar a pureza necessária de ar comprimido num ponto específico no SAC [11].

De acordo com a norma ISO 8573-1:2010 são definidas 7 classes de pureza. Quanto menor a classe de pureza, melhor será a qualidade do ar. As classes definem o tamanho e a concentração máxima de partículas sólidas, o máximo conteúdo admissível de água no ar comprimido sob pressão (PDP¹), e a quantidade de óleos e hidrocarbonetos (Tabela 1). O princípio de designação das classes de pureza de um SAC deve conter a informação no seguinte formato:

ISO 8573-1:2010 [A:B:C]

onde,

A - Classe que traduz o nível máximo de contaminação de partículas sólidas;

B - Classe que classifica o conteúdo máximo admissível de PDP;

C - Classe que faz referência à quantidade de óleos e hidrocarbonetos presentes.

De salientar que a classe 0 não significa que não existe contaminação no ar comprimido. A definição de uma classe 0 deve ser devidamente documentada, de acordo com a norma, pelo utilizador e o fornecedor do equipamento, caso contrário esta classe não pode ser considerada válida.

¹ A temperatura de ponto de orvalho sob pressão (PDP) é o parâmetro utilizado para quantificar o teor de vapor de água contido no ar comprimido, ou seja, a temperatura à qual o ar atinge a saturação (HR =100%), à pressão de serviço e abaixo da qual ocorre a condensação desse vapor de água [1].

Tabela 1 - Classes de pureza ISO 8573-1:2010

Classe de pureza	Partículas Sólidas				Água	Óleos
	Concentração máxima				PDP	Concentração máxima
	0,1-0,5 micron/m ³	0,5-1,0 micron/m ³	1,0-1,5 micron/m ³	mg/m ³	°C	mg/m ³
0	Especificado pelo utilizador ou fornecedor do equipamento e mais rigorosa do que a classe 1.					
1	≤ 20.000	≤ 400	≤ 10	-	≤ -70	≤ 0,01
2	≤ 40.000	≤ 6.000	≤ 100	-	≤ -40	≤ 0,1
3	-	≤ 90.000	≤ 1.000	-	≤ -20	≤ 1
4	-	-	≤ 10.000	-	≤ +3	≤ 5
5	-	-	≤ 100.000	-	≤ +7	-
6	-	-	-	≤ 5	≤ +10	-

O tratamento de ar comprimido em pontos isolados no sistema não é suficiente, e por isso, é altamente recomendado que este seja tratado na central de produção de ar comprimido, a um nível que satisfaça a generalidade dos utilizadores que o sistema abastece, e ao mesmo tempo, proteja a rede de distribuição. No entanto, o tratamento localizado nos pontos de utilização não deve ser descartado, permitindo assim remover contaminantes que permaneçam na rede e obter a qualidade de ar comprimido mais elevada, que é necessário, para utilizações mais críticas. Este tipo de abordagem no SAC permite garantir que o ar comprimido não é demasiado tratado e que é fornecida a melhor qualidade de ar comprimido com a solução mais rentável e eficiente [1] [11].

2.4. Secadores

O ar atmosférico que todos os compressores aspiram contém vapor de água. A quantidade de vapor de água está diretamente relacionada com a temperatura do ar: quanto maior a temperatura, maior será a presença de vapor de água no ar. Com a compressão do ar atmosférico, a concentração de vapor de água aumenta. Um compressor com uma pressão de trabalho de 7 bar, uma capacidade de 200 L/s, e que aspira ar atmosférico com uma temperatura de 20 °C e HR de 80%, irá libertar cerca de 10 L/h de água na rede de ar comprimido. Para evitar danos nos componentes do SAC e nos produtos, é necessário que a água resultante da condensação do vapor de água seja removida. Por conseguinte, a secagem é uma parte muito importante do processo de tratamento do ar comprimido de um SAC [1] [6] [12].

Existem vários tipos de equipamentos secadores de ar comprimido, com diferentes características de funcionamento e valores de PDP. Estas características, regra geral, são definidas tendo em conta parâmetros de referência – pressão, temperatura de entrada, temperatura ambiente – para diferentes valores de PDP. A ocorrência de variações nestes parâmetros afeta o desempenho

destes equipamentos e por isso, normalmente também são definidos fatores de correção pelos fabricantes [3].

Os tipos de secadores mais comuns são [1] [3] [6] [8] [9]:

- **Refrigeração:** o princípio de secagem consiste num ciclo frigorífico, onde o arrefecimento do ar comprimido dá origem à condensação do vapor de água nele contido. São normalmente utilizados quando se pretendem PDP entre +2 e +10 °C e limitados a valores de 0 °C, uma vez que, abaixo deste valor, a água irá congelar e consequentemente bloquear as passagens de ar. No sentido de otimizar o processo de secagem e maximizar a eficiência, estes equipamentos utilizam o ar de saída do secador em contraciclo com o ar de entrada, evitando condensação à saída e arrefecendo o ar de entrada. Também para regimes de carga com grandes variações, existem equipamentos com tecnologia VEV.
- **Adsorção:** o processo de secagem é obtido através da passagem do ar comprimido por um material dessecante (sílica-gel, seiva molecular e alumina ativada). Estes materiais possuem um enorme poder de atração das moléculas de água, permitindo assim adsorvê-las em grande quantidade. Estes equipamentos são capazes de garantir valores de PDP extremamente baixos, entre -20 e -70 °C. Assim que o material dessecante é totalmente coberto por água, este fica em saturação, sendo por isso necessário regenerá-lo regularmente. Esta regeneração pode ser realizada de várias formas: ar de purga; ar quente; calor de compressão; ou recorrendo a ventiladores.

Ao contrário dos compressores, a seleção do tipo de secador passa pela análise e definição do PDP necessário no processo fabril, de forma a satisfazer todos os consumidores. Em aplicações onde o valor de PDP não exige que este seja inferior a +2 °C, um secador de refrigeração poderá ser a melhor solução energeticamente eficiente, devido ao seu baixo custo inicial e à compatibilidade com a maioria das tecnologias de compressão. Sempre que a exigência do valor de PDP seja inferior a 2 °C, deve-se recorrer a secadores de adsorção. Tendo em conta a variedade deste tipo de secadores, a sua seleção está condicionada aos seguintes parâmetros: caudal de ar a tratar; mínimo valor de PDP necessário; tecnologia de compressão; e o ambiente envolvente [1].

Relativamente à instalação do secador, existem duas possibilidades com características próprias, sendo elas, antes ou depois do reservatório de ar. A instalação antes do reservatório permite: obter ar seco no reservatório; menor ocorrência de condensação de água no reservatório; qualidade mais uniforme do ar comprimido; a permanência do valor de PDP, mesmo perante consumos excessivos de grandes volumes. Por outro lado, a instalação depois do reservatório

permite: melhor definição da capacidade necessária no secador; o dimensionamento do secador para suprimir todo o consumo de ar comprimido, ou apenas um volume parcial necessário; volume de fluxo que atravessa o secador mais regular; redução da carga de trabalho do secador, uma vez que o ar comprimido irá arrefecer no interior do reservatório; menor quantidade de condensação a extrair [8].

2.5. Filtros

A presença de partículas sólidas no ar é praticamente invisível, mas depois de comprimido, estas partículas tornam-se capazes de danificar, ou até mesmo destruir em alguns casos, ferramentas pneumáticas, redes de distribuição, o produto final, entre outros, e por isso a sua existência num SAC pode ser vista como uma pequena tempestade de areia. Para além das partículas sólidas, é comum a presença de óleos e hidrocarbonetos, sobretudo quando a produção de ar comprimido é realizada recorrendo a compressores lubrificados a óleo. Caso não sejam removidos, os óleos presentes no ar comprimido acarretam efeitos prejudiciais, não só para a estrutura do SAC que se torna poluente, como também para a qualidade e acabamento dos produtos finais. Por estes motivos, assim como é necessário um equipamento para retirar a presença de água no ar, também é necessário que o SAC esteja equipado com filtros que permitam a remoção, de forma eficaz, de partículas sólidas e óleos (Figura 6).

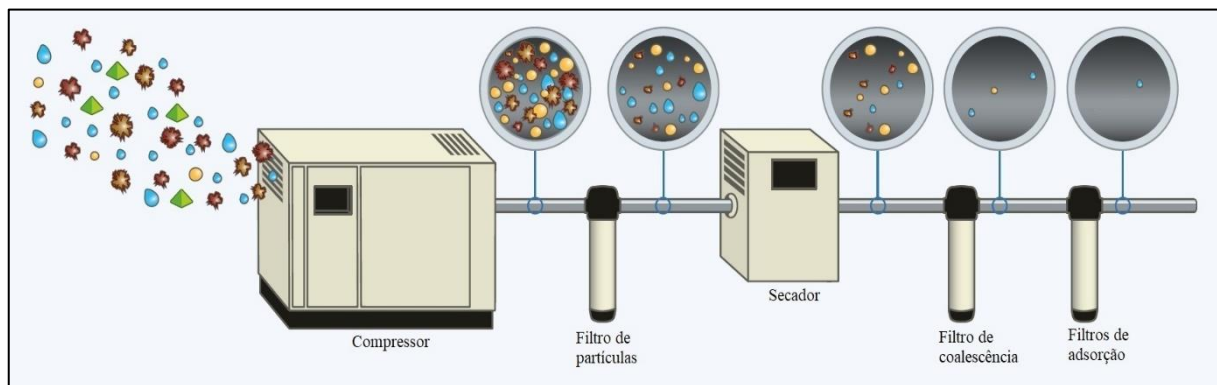


Figura 6 - Exemplo de uma instalação de tratamento de ar [10].

Consoante as necessidades da qualidade do ar do SAC, normalmente são implementados dois níveis de filtragem, podendo, no entanto, ser implementados três ou até mais elementos filtrantes em aplicações especiais. Quer o primeiro, quer o segundo elemento filtrante, são utilizados para filtrar e remover partículas sólidas, humidade, óleos ou hidrocarbonetos de pequenas e grandes dimensões, respetivamente. A indústria alimentar e farmacêutica são bons exemplos, pois é necessária a existência de um terceiro elemento filtrante mais específico – os filtros de adsorção, para remover odores e paladares [3] [10].

É importante que a filtragem corresponda sempre às necessidades da instalação. Filtros sobredimensionados impõe quedas de pressão mais elevadas e desnecessárias, contribuindo conseqüentemente para o aumento da ineficiência energética do SAC. O elemento filtrante vai colmatando ao longo da sua vida útil, podendo causar problemas nas zonas de produção, contaminar o produto final, ou originar um aumento da queda de pressão nos filtros. Por estas razões, os filtros devem possuir um indicador diferencial da queda de pressão e serem revistos anualmente [1] [3].

2.6. Condensados

Todo o processo de compressão gera condensados, que para além de partículas de pó, contém também hidrocarbonetos, dióxido de enxofre, cobre, chumbo, ferro entre outros possíveis elementos contaminantes. Uma vez que estes condensados são extremamente perigosos para o meio ambiente, foram estipulados regulamentos rigorosos que proíbem a condução destes resíduos para os esgotos pluviais sem um tratamento prévio. Na Alemanha, a lei sobre o regime de águas é a norma para a eliminação de condensados originados em SAC. Esta lei estipula, por sector e consoante a região, valores limite legais para todas as substâncias contaminantes e para os valores de pH. Devido também à grande influência na qualidade do ar comprimido, a segurança operacional e a rentabilidade do SAC são obrigatórias, sendo de grande importância garantir uma descarga fiável de condensados [12].

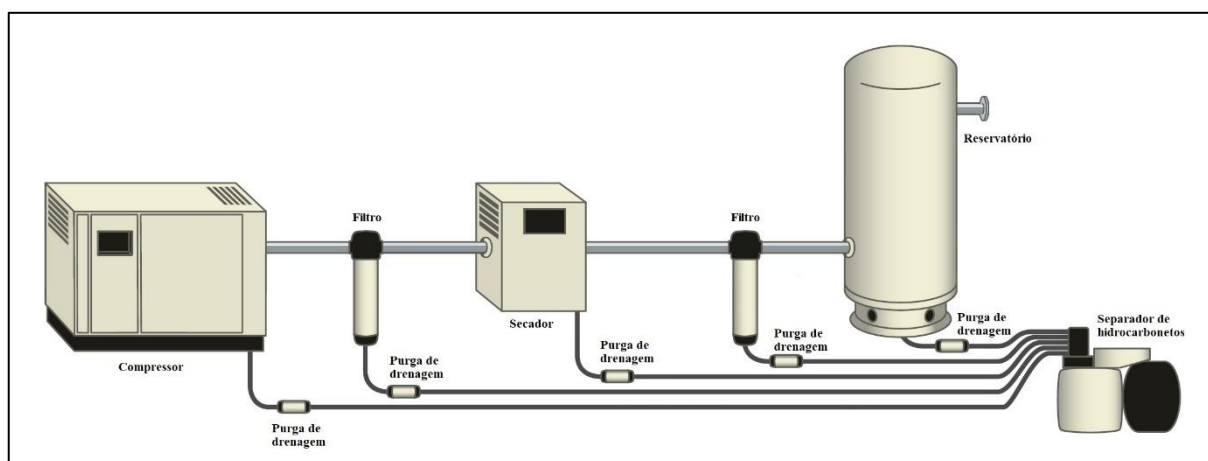


Figura 7 - Exemplo de um sistema de recolha de condensados num SAC [10].

A condensação da água presente no ar comprimido ocorre maioritariamente no secador, devido ao arrefecimento do ar comprimido realizado pelo circuito de refrigeração. No entanto, também pode ocorrer no compressor, nos filtros, no reservatório de ar ou na canalização, e por isso são

necessárias purgas de drenagem de condensados no sistema (Figura 7). Atualmente existem quatro tipos de purgas [1] [3] [7]:

- **Manual:** não necessitam de eletricidade, nem possuem nenhum sinalizador de que o reservatório está cheio. As descargas realizadas por este tipo de purgas estão dependentes de ação humana.
- **Automática:** possui um sistema de boia e três contactos que controlam o nível de condensado armazenado. Caso o nível de condensado não atinja o primeiro contacto num determinado intervalo de tempo, a purga irá fazer automaticamente uma sequência de descargas, durante um intervalo de tempo pré-estabelecido. Quando atinge o segundo contacto, realiza-se uma descarga normal para descarregar o condensado armazenado. Se o nível de condensado atingir o terceiro contacto, o sistema de controlo liga um alarme.
- **Temporizada:** através de uma electroválvula, esta purga realiza descargas regulares e temporizadas, independentemente da quantidade de condensados acumulada.
- **Eletrónica:** semelhante ao funcionamento da purga automática, possui sensores de nível de condensado internos. Uma vez atingido um determinado nível, os condensados são descarregados através da abertura de uma electroválvula, comandada pela unidade de controlo. A descarga termina assim que o sensor detetar o nível mínimo de condensado, evitando o desperdício de ar comprimido.

As ineficiências das purgas de drenagem de condensados podem tornar-se um dos principais desperdícios de energia num SAC [1] [3].

2.7. Reservatório de ar

Os reservatórios de ar comprimido (RAC) são elementos essenciais num SAC, tendo como principal função o armazenamento de ar comprimido e a compensação dos picos de consumo, permitindo também atenuar variações de pressão, arrefecer o ar e remover condensados. Em Portugal, a instalação destes equipamentos deve respeitar a legislação em vigor, nomeadamente a Instrução Técnica Complementar para Recipientes Sob Pressão de Ar Comprimido, publicada em Diário da República, como anexo ao Despacho 1859/2003 (2ª série) [1] [6].

Um RAC deverá respeitar sempre a pressão máxima de serviço no SAC e por motivos de segurança, suportar pelo menos um bar a mais do que a pressão máxima de serviço que os compressores conseguem produzir. Deve ser projetado, fabricado e testado conforme as normas

em vigor e possuir, no mínimo, um manómetro, uma purga de condensados, e uma válvula de segurança com capacidade para escoar o caudal produzido pelos compressores que o alimentam [1] [6] [11].

2.8. Rede de distribuição

Uma rede de distribuição de ar comprimido deve obedecer da melhor forma possível a três fatores essenciais: baixa queda de pressão entre compressores ou RAC e pontos de consumo; a menor quantidade de fugas de ar possível; e, caso não estejam instalados equipamentos de tratamento de ar, possuir uma separação eficaz de condensados [1] [6].

Uma rede distribuição deverá sempre ser dimensionada de forma a que a sua queda de pressão não ultrapasse 0,1 bar entre o compressor ou o RAC e o ponto de consumo mais distante. Esta queda de pressão imposta pela rede deve-se principalmente a perdas por fricção nas canalizações. Além disso, também se devem aos estrangulamentos e mudanças de direção que existem nas válvulas e nas curvas. De forma a não ultrapassar este valor, a rede deve ser projetada como um anel fechado, e o mais linear possível, à volta de toda a área fabril onde possam existir consumidores de ar comprimido. Do anel fechado, deverão sair as ramificações necessárias para satisfazer os vários consumidores. Desta forma, garante-se um fornecimento de ar comprimido uniforme, independentemente das variações de consumo que possam existir, uma vez que todos os pontos de consumo ou ramificações são sempre abastecidos de duas direções. Perante redes de distribuição muito extensas, estas devem ser divididas em vários setores equipados com válvulas de corte, permitindo assim fechar partes do sistema para se realizarem inspeções e/ou operações de manutenção, sem interromper o abastecimento de outros consumidores [1][6] [8].

No que diz respeito às fugas de ar comprimido num SAC, o consumo associado não deverá corresponder a um valor superior a 10% do consumo energético dos compressores. Apesar das fugas de ar comprimido ocorrerem em qualquer parte do sistema, é a partir do acoplamento de uma máquina à rede de distribuição do SAC, até aos equipamentos pneumáticos que a máquina possui, que estas ocorrem com mais frequência. Acoplamentos, mangueiras, tubos, adaptadores, uniões de tubos, engates rápidos, flanges, vedantes, cilindros pneumáticos, filtros, reguladores, válvulas manuais ou eletrónicas, são normalmente alguns dos pontos que devem ter maior foco de análise [1][3][9] [13] [14].

Quando um SAC não possui equipamentos de tratamento (secadores, filtros e purgas) na sua central de produção, devem ser tidas em conta algumas regras durante a instalação da rede de distribuição, para evitar danos nos equipamentos pneumáticos: as canalizações devem ser

instaladas com uma inclinação entre 1,5° a 2° na direção que o caudal percorre; a linha principal deve estar numa posição vertical, de forma a permitir o retorno dos condensados para o RAC; o RAC deve ser equipado com purgas de descarga de condensados e nos pontos mais baixos da rede; as ramificações devem ser orientadas segundo a direção do fluxo do ar. Quando o SAC possui instalados equipamentos de tratamento de ar na sua central de produção, a probabilidade de ocorrer condensação no interior das canalizações é reduzida, e por isso não são necessárias tantas preocupações, sendo os custos de manutenção da rede menores [8].

Mediante o nível de pressão, o meio ambiente, a temperatura ambiente e as especificações da qualidade do ar necessário, deverá ser utilizado o melhor tipo de material. Em indústrias pesadas, onde a qualidade do ar comprimido não é tão exigente, é comum o uso de aços de carbono. A utilização de aços inoxidáveis recomenda-se em indústrias tais como farmacêutica, alimentar e eletrónica, onde normalmente as exigências com a qualidade do ar comprimido são fundamentais para a qualidade e segurança do produto final. As tubagens de alumínio com acessórios de cravar são utilizadas em instalações industriais onde se pretende uma simplicidade e rapidez na montagem permitindo, de forma simples, alterações futuras nos layouts [1].

3. O sistema de ar comprimido instalado na BWP

Neste capítulo analisar-se-á todos os setores que compõem o SAC da unidade fabril de Viana do Castelo da BWP. De forma mais crítica e aprofundada serão abordados e analisados os setores da produção, tratamento e distribuição do ar comprimido, assim como todos os equipamentos instalados.

3.1. Produção do ar comprimido

A produção do ar comprimido pode ser mais dispendiosa se as condições de instalação forem desfavoráveis, ou tornar-se mais eficiente caso sejam criadas instalações com as condições necessárias. Tendo em conta que a tendência do preço da energia elétrica é tornar-se cada vez mais alto, e que o consumo energético é responsável pela maior parcela dos custos associados a um SAC, é imperativo que os utilizadores se preocupem cada vez mais com a produção eficiente do ar comprimido que abastece o seu SAC.

3.1.1. A sala dos compressores

Todo o abastecimento do SAC encontra-se centralizado na sala dos compressores (SC) onde se deve procurar e garantir as melhores condições ambientais possíveis (Figura 8). Verifica-se, no entanto, que na execução das instalações da unidade fabril de Viana do Castelo não foi tido o cuidado sobre a localização e orientação da sala, uma vez que esta localiza-se na zona técnica do edifício, na fachada Sul e sob uma grande exposição solar.



Figura 8 - A sala dos compressores da BWP.

A SC possui uma área de 72 m², onde se encontram instalados dois compressores, dois secadores, um RAC, dois quadros elétricos (um de energia e outro de instrumentação e controlo), e a canalização referente à interligação destes equipamentos com a rede de distribuição de todo o sistema de ar comprimido. No que diz respeito ao espaço disponível pode-se considerar que esta possui uma limitação considerável para realização de ações de manutenção (Anexo A – Planta da sala dos compressores). De futuro, aquando de um possível aumento da capacidade disponível na SC, deverá ser descartada a instalação de equipamentos adicionais e equacionada a melhor das opções entre criar espaços anexos e/ou a substituição dos equipamentos já existentes por equipamentos de maior capacidade. Para a realização de ações de manutenção, a empresa possui meios de elevação internos, com capacidade de movimentar o componente mais pesado dos equipamentos instalados, permitindo assim minimizar os tempos de imobilização e reduzir os custos associados a este tipo de operações [6].

Outro aspeto relevante diz respeito à qualidade do ar no interior da SC [1] [6]. Sobre este tema, a sala possui um plano de limpeza semanal realizado por uma empresa externa, a *ISS Facility Services*. Para além do plano semanal da equipa de limpeza do edifício, a sala encontra-se também abrangida por, pelo menos, uma auditoria 5S mensal por parte dos elementos do departamento de MS, garantindo a conformidade da sala (Anexo B – Metodologia 5S). No que diz respeito à ventilação da SC, esta possui duas portadas (2.550x2.100 mm) de acesso ao exterior, com alhetas em forma de Z, que evitam a entrada de águas da chuva, assim como uma rede quadrada (1x1 mm) que permite efetuar uma primeira filtragem de grandes impurezas presentes no ar que é introduzido na sala. Estas redes estão divididas em seis caixilharias que permitem a sua fácil remoção e limpeza, evitando-se assim perdas de entrada de caudal de ar e preservação dos filtros de entrada de ar dos compressores. Tendo em conta que os compressores instalados são arrefecidos a ar, de forma a impedir a mistura de ar quente resultante do arrefecimento com o ar de admissão dos compressores, cada um destes equipamentos possui condutas de exaustão do ar quente de arrefecimento para o exterior, numa fachada diferente daquela onde se encontram as portadas que permitem a aspiração do ar de admissão do exterior da sala.

No que concerne à monitorização dos consumos associados ao SAC, a sala possui um quadro elétrico responsável pela alimentação de todos os equipamentos afetos ao sistema. Em 2016, foi instalado um contador de energia, modelo iEM3250 da marca Schneider Electric, no quadro elétrico referido anteriormente, permitindo assim monitorizar os consumos elétricos de todos os equipamentos associados ao sistema de ar comprimido do edifício. Entre o dia 1 de janeiro de 2017 e o dia 31 de maio de 2017, o consumo energético de todo o sistema de ar comprimido foi de 230.686 kWh, com um custo médio diário de 0,10 euros/kWh, os custos associados do sistema de

ar comprimido neste período foram aproximadamente 23.068,60 euros. É possível ainda verificar uma tendência de aumento da parcela referente ao ar comprimido no consumo energético global da empresa, ao longo dos primeiros cinco meses do ano de 2017 (Tabela 2).

Tabela 2 - Consumos energéticos mensais da sala dos compressores (Anexo C – Registo diário do consumo energético da sala dos compressores).

Mês	Consumo da sala de compressores (kWh)	Consumo global da fábrica BWP (kWh)	Parcela energética associada ao SAC (%)
Janeiro de 2017	45.607	794.081	5,74
Fevereiro de 2017	42.104	722.427	5,83
Março de 2017	48.393	837.329	5,78
Abril de 2017	43.662	722.676	6,04
Mai de 2017	50.921	818.656	6,22

A SC encontra-se é monitorizada por um técnico de manutenção, que conta ainda com o apoio de um segundo técnico (backup), salvaguardando assim o controlo diário da sala. O técnico tem como tarefa diária dirigir-se à sala para verificar se todos os equipamentos estão operacionais e sem anomalias. É também responsável pela resolução de situações em aberto que resultem das auditorias 5S realizadas pelos outros técnicos. De forma a garantir o cumprimento desta tarefa diária, a sala possui um documento relativo à sua monitorização que consiste numa listagem de pontos, devidamente documentados, e que devem ser verificados pelo técnico responsável ou qualquer outro técnico destacado pela equipa de serviços de manutenção do edifício (Anexo D – Checklist manutenção do 1º nível).

Relativamente às medidas de segurança, a sala encontra-se fechada sendo o seu acesso restrito e controlado. Nos seus acessos, possui um aviso relativo aos equipamentos sob pressão que se encontram no interior da sala. De forma a garantir melhores condições de segurança, tema principal e prioritário na estrutura e mentalidade da empresa, no âmbito deste estágio curricular foi criada documentação relativa a procedimentos de controlo de energia (PCE-L), para cada equipamento existente no interior da SC.

3.1.2. Os compressores

Como referido no subcapítulo anterior, a SC da BWP está equipada com dois compressores que possuem exatamente as mesmas características e foram instalados ao mesmo tempo (Tabela 3). Tratam-se de equipamentos mecânicos que captam o ar atmosférico e o comprimem à pressão de serviço necessária para o processo. O motor elétrico, que possuem no seu interior fornece, a energia mecânica necessária para realizar a compressão do ar e o seu sistema de controlo regula a quantidade de ar comprimido que este deve produzir.

Tabela 3 - Principais características dos compressores (Anexo E – Chapas de características dos compressores).

Marca	Ingersoll Rand
Modelo	Nirvana Standard R90-A10.0
Pressão (bar)	4,5 – 10,0
Capacidade (m³/min)²	8,47 – 17,95
Tipo de compressor	Volumétrico rotativo de parafuso lubrificado
Potência nominal do motor (kW)	90
Tipo de motor	Ímãs permanentes
Ano de fabrico	2014

Os compressores instalados são do tipo volumétrico rotativo de parafuso lubrificado. A compressão é obtida através da redução de volume do gás a comprimir. O gás é admitido numa câmara de compressão que possui dois rotores entrelaçados no seu interior. A rotação destes dois componentes provoca a redução do volume do gás, originando um aumento da pressão do mesmo. O lubrificante é injetado na câmara de compressão, a uma temperatura mínima de 60 °C, e possui fundamentalmente três funções: 1) lubrificar as partes móveis (rotores entrelaçados e rolamentos); 2) remover grande parte do calor do interior da câmara devido à compressão do gás; 3) atuar como vedante nas folgas existentes. Devido ao contacto com o lubrificante durante a compressão, o gás é posteriormente encaminhado para um reservatório, para que o lubrificante presente no gás seja removido. Grande parte do lubrificante é extraído através de mudanças de direção e velocidade do gás dentro do reservatório. Algumas partículas residuais que permanecem no ar comprimido são removidas através de um filtro de coalescência. A fim de manter a temperatura do lubrificante na gama desejada, uma válvula termostática de bypass controla a quantidade de lubrificante que irá atravessar o arrefecedor. Para além deste, existe um outro arrefecedor que é utilizado para refrigerar o ar comprimido, e um filtro para remover os condensados, antes do gás ser descarregado (Figura 9) [3].

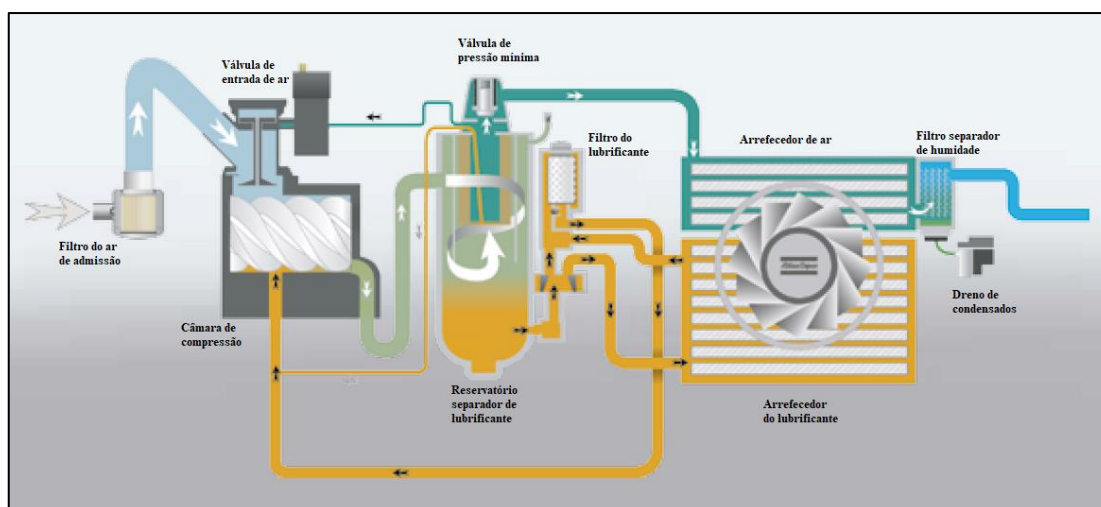


Figura 9 - Diagrama de fluxo de um compressor volumétrico rotativo de parafuso lubrificado [6].

² Às condições de referência FAD.

No que diz respeito à tecnologia de controlo utilizado pelos compressores, também existe uma grande variedade disponível no mercado (Arranque-Paragem; Carga-Vazio; Variação de Velocidade; Modelação; entre outros). Estes sistemas de controlo têm como principal função associar a produção de ar comprimido com o consumo total requisitado por todos os consumidores do sistema. Além disso, possuem também outras funcionalidades tais como: proteger os equipamentos contra sobrecargas, curto-circuitos, etc.; garantir a segurança das pessoas; arrancar automaticamente após falhas de energia; entre outras [1].

O perfil de consumo de ar comprimido não é constante na generalidade das indústrias, como tal a BWP necessita de adaptar a regulação do compressor ao perfil de consumo. De forma a adaptar a produção com o consumo de ar comprimido, os compressores instalados estão equipados com variadores eletrónicos de velocidade (VEV), a solução energeticamente mais eficiente no mercado (Figura 10).

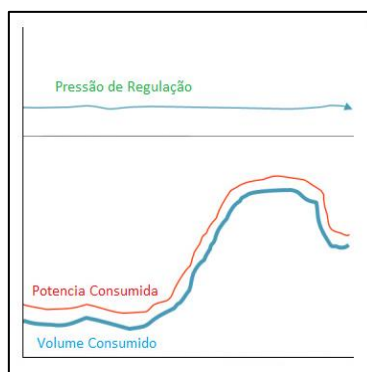


Figura 10 - Controlo por VEV [1].

Uma vez que a grande maioria dos processos de produção nas instalações da unidade de Viana do Castelo da BWP utilizam equipamentos que requerem ar comprimido, os dois compressores estão configurados para operar em modo de cascata [6], de forma a garantir que a rede é abastecida com o nível de pressão pretendido (Figura 11).

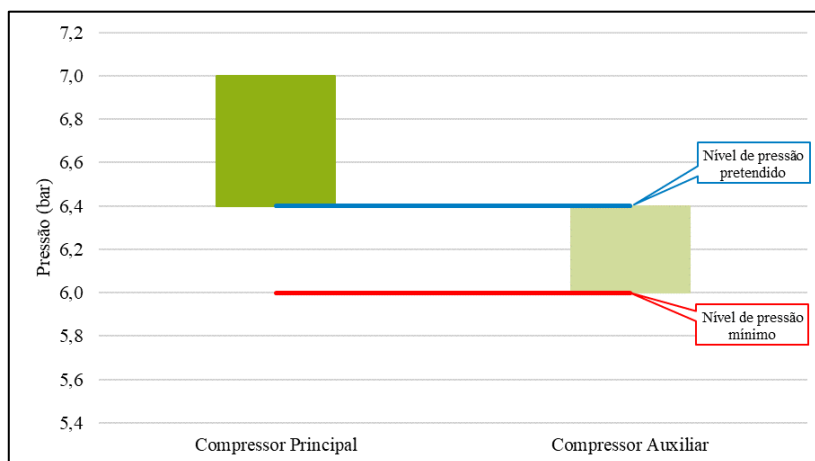


Figura 11 - Configuração da gama de pressão dos dois compressores em cascata.

Quer isto dizer que é definido um dos dois compressores como o principal e o outro como auxiliar, garantindo assim que apenas um dos compressores estará em carga enquanto que o principal for capaz de satisfazer as necessidades de ar comprimido na instalação. O compressor auxiliar entrará em carga sempre que se verificar uma das seguintes situações: 1) O compressor principal não tem capacidade de satisfazer o consumo de ar comprimido a 6,4 bar; 2) Avaria no compressor principal que obriga o equipamento a ficar automaticamente fora de serviço (redundância na produção de ar comprimido).

Cada um dos compressores possui o um controlador integrado (da Ingersoll Rand, modelo Xe-145M) responsável pelo controlo do VEV, em função do nível de carga que o compressor opera, tendo em conta o volume de ar consumido, e o controlo de nível de pressão dentro da gama configurada. Este controlador para além das suas principais funções, permite também: configurar parâmetros de funcionamento; efetuar monitorizações remotas dos compressores (pressões, temperaturas, caudal, potência, correntes, tensões, entre outros) através de uma ligação Ethernet ou Modbus; calendarização de horários de funcionamento, interligar e controlar sequencialmente até quatro equipamentos sem investimento adicional; criar e enviar relatórios de performance e avisos de falhas via e-mail; e alertar para a necessidade de operações de manutenção programadas.

Devido ao facto de os compressores não estarem ligados a uma central de gestão técnica centralizada (GTC), a monitorização foi realizada de forma diária, entre 1 de janeiro de 2017 e 31 de maio de 2017. Durante este período, os compressores foram responsáveis pelo consumo de 203.403 kWh, o correspondente a 88% do consumo energético total do sistema de ar comprimido. Os restantes 12% corresponde ao consumo dos equipamentos responsáveis pelo tratamento de ar comprimido e outros equipamentos que são alimentados pelo quadro elétrico da sala dos compressores que serão abordados mais à frente.

Tendo em conta a capacidade média a que estes operaram, este consumo correspondeu à produção de cerca de 2.215.863 m³ de ar comprimido (Tabela 4). O custo específico de um sistema de ar comprimido, relaciona quantidade de energia elétrica consumida e o respetivo preço associado à produção de cada metro cúbico de ar comprimido (euro/m³). Sabendo então que durante o dia 1 de janeiro de 2017 e 31 de maio de 2017 o custo do consumo total de energia elétrica do sistema de ar comprimido foi cerca de 23.068,60 euros e que foram produzidos cerca de 2.215.863 m³, o custo específico do SAC é de aproximadamente 0,01 euros/m³. Através deste indicador é fácil perceber que o SAC está equipado com dois equipamentos eficientes do ponto de vista energético.

Tabela 4 - Consumos mensais dos compressores (Anexo F – Registo diário do desempenho dos compressores).

Mês	Consumo energético (kWh)	Capacidade média (m ³ /min)	Parcela associada no consumo total do SAC (%)
Janeiro de 2017	40.128	9,7	88 %
Fevereiro de 2017	38.149	10,3	91 %
Março de 2017	44.670	11,0	92 %
Abril de 2017	36.790	9,3	84 %
Maio de 2017	43.667	10,7	86 %

No que concerne à gestão de horas de funcionamento de cada uma destas máquinas e o equivalente consumo energético, estas alternam entre a configuração como compressor principal e compressor auxiliar, com uma periodicidade semanal (Anexo G – Procedimento de alternância de funcionamento do compressor e secador). Desta forma mantém-se o equilíbrio do número de horas de funcionamento e consegue-se uma maior facilidade no agendamento das operações de manutenção.

Durante o regime de trabalho, as máquinas estão sujeitas à degradação de alguns componentes. Neste aspeto, os fabricantes estimam uma vida útil para esses componentes e aconselham ações de manutenção planeadas, e em intervalos de tempo regulares. Uma manutenção cuidada e efetuada de acordo com as indicações do fabricante é por isso essencial para minimizar o risco de avarias imprevistas, e as consequentes indisponibilidades do compressor e evitar também desperdícios energéticos provocados por ineficiências internas das próprias máquinas (Anexo H – Plano de manutenção dos compressores).

No que diz respeito à realização de qualquer tipo de operação de manutenção em segurança, ambos os compressores passaram a possuir um documento relativo ao procedimento de controlo de energia. Na criação deste documento foram tidas em consideração todas as indicações do fabricante que constam no manual de manutenção dos equipamentos. Paralelamente, todos os acessórios necessários à realização do PCE-L foram testados para comprovar o seu bloqueio eficaz (Anexo I – Procedimento de controlo de energia (LOTO) dos compressores).

3.2. Tratamento do ar comprimido

A finalidade do tratamento de ar comprimido é garantir que a sua qualidade está em conformidade com o especificado pelo consumidor, e evitar a deterioração prematura de todos os componentes da rede de ar comprimido. Dependendo da sua aplicação, pode alterar a qualidade do produto final, resultando em custos elevados de produção. Nestes casos, torna-se importante o seu tratamento para que o ar comprimido tenha a qualidade adequada ao processo de fabrico.

3.2.1. A qualidade do ar

No que diz respeito à qualidade de ar comprimido no SAC da BWP, o sistema possui uma classificação ISO 8573-1:2010 [2:4:1]. Esta classificação encontra-se enquadrada com a qualidade de ar especificada para a indústria metalomecânica (Tabela 5). De seguida serão abordados os equipamentos de secagem e filtragem de ar que estão instalados na SC e que permitem garantir continuamente esta qualidade.

Tabela 5 - Classificação por tipo de indústria [10].

Classificação	Descrição	Aplicações
ISO 8573-1:2010 [2:1:1]	Remoção eficiente de partículas sólidas e óleos. O PDP de classe 1 será garantido.	Instrumentação; Processos; Petróleo e gás; Produtos químicos; Eletrónica.
ISO 8573-1:2010 [2:1:1], sem odor	Remoção eficiente de partículas sólidas, óleos e vapor de óleos. O PDP de classe 1 será garantido.	Farmacêutica; Comida e bebidas; Quartos limpos.
ISO 8573-1:2010 [2:2:1]	Remoção eficiente de partículas sólidas e óleos. O PDP de classe 2 será garantido.	Instrumentação; Processos; Petróleo e gás; Produtos químicos; Eletrónica.
ISO 8573-1:2010 [2:2:1], sem odor	Remoção eficiente de partículas sólidas, óleos e vapor de óleos. O PDP de classe 2 será garantido.	Farmacêutica; Comida e bebidas; Quartos limpos.
ISO 8573-1:2010 [2:4:1]	Remoção eficiente de partículas sólidas e óleos. O PDP de classe 4 será garantido ou uma HR de 30% será garantida.	Manufatura em geral; Metalúrgica; Metalomecânica; Ferramentas; Fornos; Montagem; Pintura; Acabamentos.
ISO 8573-1:2010 [2:4:1], sem odor	Remoção eficiente de partículas sólidas, óleos e vapor de óleos. O PDP de classe 4 será garantido ou uma HR de 30% será garantida.	Comida e bebida; Mistura de matérias-primas.
ISO 8573-1:2010 [2:6:1]	Remoção eficiente de partículas sólidas e óleos. O PDP de classe 6 será garantido ou uma HR de 50% será garantida.	Limpeza; Uso doméstico; Construção civil

3.2.2. Os secadores

Aquando do início deste projeto, o SAC das instalações da BWP apenas possuía uma unidade de secagem, tendo sido instalada posteriormente, e durante a realização deste projeto, uma segunda da mesma marca e com as mesmas características (Tabela 6). Com esta aquisição pretendeu-se tal como com os compressores, garantir a existência de redundância no tratamento de ar no SAC. Até à data a redundância é garantida de forma manual, contudo já se encontra em desenvolvimento a interligação dos secadores a um autómato. Com esta automatização será possível garantir o equilíbrio de horas de funcionamento, e cada secador ficará dedicado a um compressor. Contudo, em caso de avaria de um dos secadores, o autómato será responsável por garantir de forma automática que o secador em *stand-by* entre em operação e assuma o processo de secagem do ar e retirar de serviço o secador em avaria atuando nas válvulas eletrónicas que serão instaladas.

Tabela 6 - Principais características dos secadores (Anexo J – Chapa de características dos secadores).

Marca	Ingersoll Rand
Modelo	D1300EC-A
Pressão Máxima (bar)	13
Capacidade (m³/min)	21,667
Temperatura ambiente (°C)	2 - 45
Temperatura do ar de entrada (°C)	5 - 60
Potência (kW)	5,02
Ano de fabrico	2014

O princípio de secagem destes dois equipamentos é por refrigeração do ar. Baseia-se num ciclo frigorífico, onde o arrefecimento do ar comprimido causa a condensação do vapor de água nele contido (Figura 12). A fim de otimizar o processo de secagem e maximizar a eficiência energética do equipamento, o ar comprimido é aquecido, em contraciclo com o ar de entrada, evitando que a condensação ocorra na tubagem de saída. Esta permutação permite também pré-arrefecer o ar de entrada, minimizando a capacidade de arrefecimento do circuito de refrigeração. Como referenciado anteriormente, o SAC em estudo possui regimes de carga com grandes variações, e tal como os compressores, os secadores estão equipados com VEV, permitindo maior estabilidade no valor de PDP e uma redução nos custos energéticos, face a outro tipo de tecnologias [1].

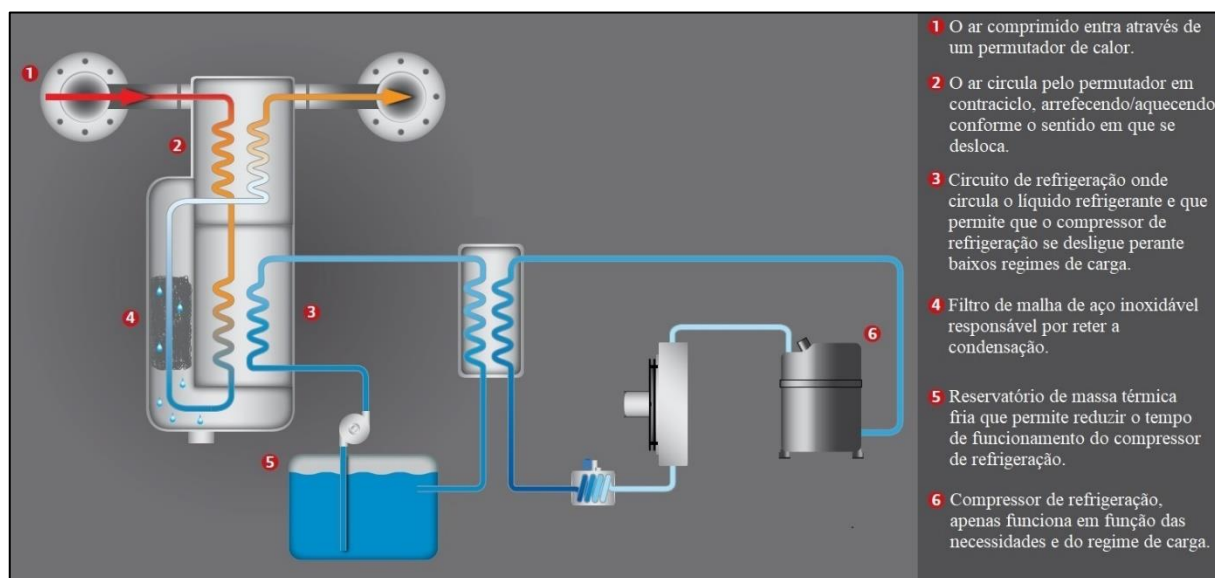


Figura 12 - Diagrama de fluxo de ar de um secador de refrigeração D1300EC [15].

Os secadores instalados na BWP estão dimensionados para operar com um PDP menor que +3 °C³, garantindo assim que o parâmetro B da ISO 8573-1:2010 [A;B;C], que classifica o conteúdo máximo admissível de PDP no SAC, é de classe 4, tal como referido no subcapítulo 2.3 (Tabela 1). O agente de refrigeração utilizado por estes equipamentos é o HFC R407c cujo potencial de

³ Ar às condições FAD de 20 °C/1 bar, pressão de 7 bar, temperatura ambiente de 25 °C, temperatura do ar de entrada de 35 °C, temperatura média de condensação de 40 °C, PDP definidos de acordo com a norma ISO 6573-1:2001.

destruição do ozono é de 0%, e com um potencial de aquecimento global muito baixo (11%) sendo por isso considerado um gás ecologicamente viável [12].

Tal como os compressores, a monitorização destes equipamentos foi realizada de forma diária entre 1 de janeiro de 2017 e 31 de maio de 2017. Ao contrário dos compressores, estes equipamentos não possuem um contador energético integrado. Por este motivo, é necessário deixar claro que apesar de se tratarem de consumos residuais, no consumo energético associado aos secadores também consta o consumo da bomba trifásica que se encontra no reservatório de condensados, a iluminação e outros pequenos consumidores. Assim sendo, o consumo destes equipamentos foi de 27.283 kWh, representando um custo associado de 2.728,30 euros, tendo em conta o preço médio de 0,10 €/kWh (Tabela 7).

Tabela 7 - Consumos energéticos mensais dos secadores e outros equipamentos (Anexo K – Registo diário do consumo energético dos secadores e outros equipamentos.).

Mês	Consumo energético (kWh)
Janeiro de 2017	5.479
Fevereiro de 2017	3.955
Março de 2017	3.723
Abril de 2017	6.872
Maio de 2017	7.254

Tal como os compressores, ambos os secadores possuem um plano de manutenção devidamente definido pelo fabricante (Anexo L – Plano de manutenção dos secadores). Este plano deve ser tido em conta de forma a salvaguardar o bom estado dos equipamentos, assim como permitir um maior período de funcionamento eficiente dos seus componentes, diminuindo os custos associados às operações de manutenção não programadas. Em conformidade com a principal preocupação da BWP na realização de trabalhos de manutenção em segurança, tal como os compressores, cada um dos secadores possui o seu documento relativo ao PCE-L (Anexo M – Procedimento de controlo de energia (LOTO) dos secadores).

3.2.3. Os filtros

O SAC da BWP está equipado com dois secadores, e cada um deles possui um filtro de partículas sólidas e um filtro de óleos e hidrocarbonetos, perfazendo um total quatro filtros. Os filtros de partículas estão instalados entre a saída dos compressores e a entrada dos secadores. Esta é a primeira fase de tratamento do ar comprimido e é realizada através de um filtro de proteção geral da Ingersoll Rand (modelo FA1200I do tipo G) que efetua uma filtragem de partículas, nomeadamente líquidos coalescentes, água e óleos até 1µm, garantindo um conteúdo remanescente de óleos aerossóis de 100µm /m³. Este filtro é responsável pela classificação de classe 2 no parâmetro A da norma ISO 8573-1:2010 [A:B:C]. Numa segunda fase, posterior ao secador e antes

deste ser entregue ao RAC, o ar comprimido atravessa um filtro da Ingersoll Rand (modelo FA1200I do tipo H). Este é um filtro de coalescência, que remove partículas até $0,01\mu\text{m}$ incluindo água e óleos aerossóis, e garante um conteúdo remanescente de óleos aerossóis de $0,01\mu\text{m}/\text{m}^3$ [15]. Este filtro é responsável pela classificação de classe 1 no parâmetro C da norma ISO 8573-1:2010 [A:B:C]. Apesar dos filtros não estarem mencionados na *checklist* de manutenção da sala dos compressores, cada um dos filtros possui um indicador duplo patenteado pela Ingersoll Rand, que permite facilmente verificar o diferencial da queda de pressão e a correspondente eficiência económica associada (Figura 13) [15].



Figura 13 - Indicador duplo de estado do elemento filtrante da Ingersoll Rand.

3.2.4. A gestão de condensados

O SAC está equipado com purgas de condensados eletrónicas (Figura 14) e possui uma rede independente para a descarga de condensados (Anexo A – Planta da sala dos compressores). Esta rede é responsável pelo encaminhamento de todo o condensado retirado pelas purgas de drenagem para um depósito no exterior do edifício, onde são armazenados outros líquidos contaminantes que, posteriormente, são encaminhados para a sala ETAR da BWP, antes de serem descarregados na rede pluvial pública. No que diz respeito à manutenção das purgas, estas possuem sistemas de alarme que sinalizam falhas de operação.



Figura 14 - Purga de condensados eletrónica da BEKOMAT.

3.3. Distribuição do ar comprimido

Uma distribuição de ar comprimido degradada, ou mal dimensionada, pode levar a acréscimos desnecessários de custos energéticos associados ao SAC, assim como afetar os processos de produção. A distribuição de ar assenta essencialmente em dois elementos principais, os RAC e as redes de distribuição de ar.

3.3.1. O Reservatório de ar comprimido

Respeitando a legislação, o RAC instalado no SAC da BWP está registado (Tabela 8) e é inspecionado com uma periodicidade de cinco anos, por uma empresa externa autorizada pelo Instituto Português da Qualidade. O RAC da BWP possui também um PCE-L para que, em caso de inspeção ou operação de manutenção, o bypass ao RAC seja realizado de forma segura (Anexo O – Procedimento de controlo de energia (LOTO) do RAC).

Tabela 8 - Características do RAC (Anexo N – Chapa de características do RAC).

Marca	SiCC
Modelo	2000/12784
Capacidade (L)	2.000
Pressão máxima admissível (bar)	11,5
Ano de fabrico	2015
Nº de registo (Ministério da Economia - IPQ)	2016866/Q

3.3.2. A Rede de distribuição

A rede da BWP consiste num sistema em forma de anel principal (fechado) e linear, ao longo de todo o perímetro da nave industrial – com cerca de 480 m de comprimento, raio interno de 38 mm e a 7,5 metros de altura do solo – de maneira a chegar a todos os consumidores – e equipada com várias válvulas esféricas manuais de seccionamento, que permite uma maior flexibilidade para realização de uma manutenção/utilização. Do anel principal derivam ramificações – de raio interno de 23 mm e a uma altura do solo de 4,5 metros, mas com diferentes comprimentos que no seu total rondam os 1.371 metros – onde se encontram as várias derivações e picagens, que permitem a ligação dos equipamentos pneumáticos à rede. Para além das picagens dos consumidores da zona de produção, existem outros consumidores em pontos específicos, como o Armazém, Zona Técnica, Sala AVAC 2, e os laboratórios do departamento da Qualidade que são abastecidos com ramificações diretas do anel principal de diâmetro interno de 8,7 mm (Anexo P – Layout da rede de distribuição do SAC da BWP).

No total, aquando da realização deste projeto, a rede do SAC da BWP possuía um volume de cerca de 4,46 m³. Será importante referir que este valor apenas representa o volume principal da rede de distribuição. Na realidade, o volume de todo o SAC é superior, devido às canalizações de acesso à rede das máquinas e pontos de abastecimento específicos para trabalhos manuais (postos de retrabalho de peças ou operações de manutenção onde são utilizadas ferramentas pneumáticas).

Durante o período de realização deste trabalho, a perda de carga existente no SAC foi monitorizada com recurso a três manómetros: o manómetro interno da pressão de descarga do compressor, o manómetro instalado no reservatório de ar comprimido e um manómetro de engate rápido em vários pontos de acesso de utilização. Estas leituras, foram realizadas semanalmente, verificando-se uma perda de carga estável em cerca de 0,4 bar (Figura 15), não tendo ocorrido nenhuma reclamação por parte dos consumidores por falta de nível de pressão de serviço.

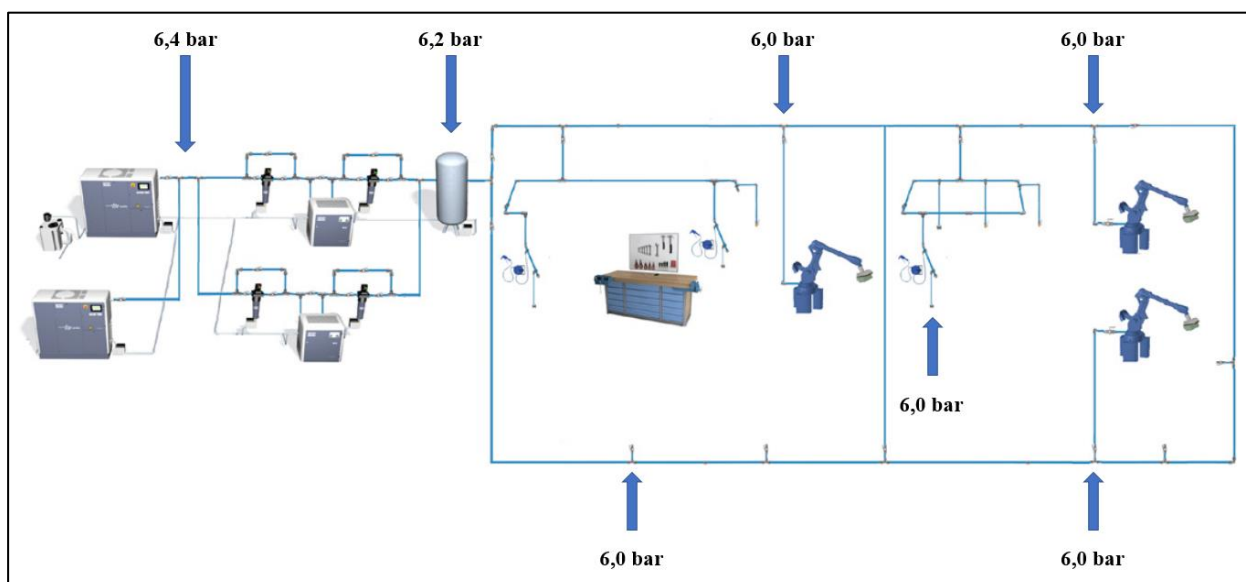


Figura 15 - Exemplo representativo das perdas de carga em vários pontos do SAC da BWP.

A monitorização foi realizada visualmente com recurso a três manómetros: o manómetro interno da pressão de descarga do compressor, o manómetro instalado no reservatório de ar comprimido, e um manómetro de engate rápido. Com o manómetro de engate rápido foram monitorizados semanalmente vários pontos de acesso, obtendo leituras regulares de 6,0 bar.

Os materiais utilizados na rede de distribuição são todos do mesmo fabricante – AIRnet – e possuem uma garantia de 10 anos. As canalizações e todos os acessórios são de alumínio, e permitem realizar instalações/manutenções rápidas, isentas de corrosão e sem fugas. Para além das muitas certificações de segurança e qualidade, todo o material é reutilizável e projetado de acordo com a norma EN13480-3 para ar comprimido, azoto, vácuo e outros gases.

4. Oportunidades de melhoria

A aplicabilidade de determinadas medidas e o alcance das poupanças obtidas, dependem da dimensão e da natureza específica da instalação. Existe toda uma panóplia de possibilidades capazes de obter economias de energia nas quatro principais partes constituintes de um SAC – Produção, Tratamento, Distribuição, Utilização. Apesar de muitas serem comuns nas mais diversas instalações industriais, é importante que se entenda que cada SAC deve ser avaliado como um caso particular.

Numa primeira etapa, quando se procura melhorar a eficiência energética de um SAC deve-se inicialmente analisar o sistema e identificar as possíveis oportunidades de melhoria. Em seguida, atendendo às necessidades da empresa, deve-se compilar as oportunidades mais promissoras e possíveis de se realizar. Uma vez que a BWP, possui na sua estrutura uma mentalidade de trabalho que assenta fundamentalmente em dois pilares – a melhoria contínua com o ciclo PDCA (*Plan-Do-Control-Act*), e a metodologia DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*) com os projetos 6 sigma (Figura 16). A implementação das oportunidades identificadas deve ter sempre em conta, pelo menos, uma destas metodologias, seja neste ou noutro trabalho.

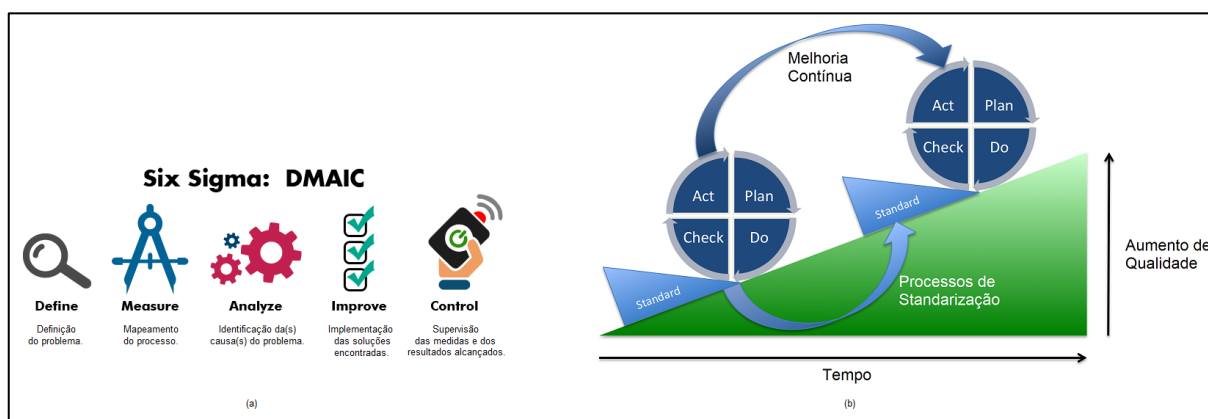


Figura 16 - Metodologia DMAIC (a) e Ciclo PDCA (b).

Ao longo deste capítulo serão abordadas as oportunidades de melhoria que mais se evidenciaram, quais as oportunidades que o departamento de MS poderá realizar, e como as porá em prática. De realçar que a gestão de um SAC não passa apenas pela otimização do funcionamento da sala dos compressores. A utilização do ar comprimido requer o compromisso de todos os intervenientes na aplicação de boas práticas, desde a sua produção até ao utilizador final, com o objetivo de melhorar a eficiência energética do SAC.

4.1. Ligação do SAC à GTC

O potencial de poupança vai para além da excelência do projeto, instalação e recurso às renováveis. A implementação de uma GTC permite identificar e obter poupanças nos consumos energéticos e por isso, tem que ser encarada hoje como um elemento essencial na estratégia de eficiência energética. Um sistema GTC permite assegurar uma gestão adequada, permitindo monitorizar, controlar, comandar e gerir de forma integrada as várias instalações existentes no edifício, tais como climatização, águas quentes sanitárias, contadores de energia, iluminação, segurança, entre outros. O sistema permite automatizar a um nível ótimo o funcionamento dos equipamentos e em casos de anomalias ou avaria, enviar avisos e alertas para que sejam tomadas as medidas necessárias à sua correção. Por estes e outros mais motivos como a enorme quantidade e complexidade de equipamentos que compõe os edifícios nos dias de hoje, a BWP tem em mente e em andamento a instalação de uma GTC na unidade fabril de Viana do Castelo.

Entre as várias instalações que existem no edifício da BWP, devido à dependência de ar comprimido por parte das linhas de produção para operarem, torna-se evidente que a interligação do SAC à GTC é de grande importância por questões de controlo, monitorização e melhoramento do sistema. Desta forma, será possível monitorizar e documentar continuamente os vários indicadores que influenciam o desempenho do SAC, para que posteriormente se possam desenvolver planos de ação, com vista a atingir a melhor eficiência de todo o sistema.

Para se caracterizar o desempenho de um SAC, é necessário monitorizar quatro tipos de variáveis – eletricidade, pressão, caudal e temperatura. Uma vez que a unidade fabril de Viana do Castelo opera cerca de 24 horas/dia, durante 365 dias/ano, é necessário garantir a monitorização detalhada e contínua não só do SAC, mas também de todos os outros sistemas que compõe o edifício. Inicialmente, está prevista a ligação três equipamentos à GTC: um contador energético iEM3250 da Schneider Electric, que se encontra instalado no quadro elétrico da sala dos compressores; e dois controladores Xe-145M, integrados nos compressores.

Do contador energético iEM3250 é aconselhável que sejam adquiridas as variáveis mencionadas na Tabela 9 (Anexo Q – Tabela de variáveis disponíveis por comunicação Modbus do contador energético Schneider Electric iEM3250).

Tabela 9 - Listagem das variáveis a monitorizar do contador Schneider Electric iEM3250.

Número de registo	Variável
3000	Corrente da fase L1 (A)
3002	Corrente da fase L2 (A)
3004	Corrente da fase L3 (A)
3020	Tensão composta L1-L2 (V)
3022	Tensão composta L2-L3 (V)
3024	Tensão composta L3-L1 (V)
3028	Tensão simples L1-N (V)
3030	Tensão simples L2-N (V)
3032	Tensão simples L3-N (V)
3060	Potência ativa total (kW)
3084	Fator de potência total
3110	Frequência (Hz)

Ao contrário do contador energético, onde são retiradas apenas variáveis de energia elétrica, estes controladores permitem ler uma maior quantidade de variáveis de energia elétrica, de caudal, de pressão e temperatura (Anexo R – Tabela de variáveis disponíveis por comunicação Modbus do controlador Ingersoll Rand Xe-145M). Devido à grande quantidade de variáveis de leitura e/ou escrita disponíveis, foram seleccionadas aquelas que possuem um impacto mais direto no desempenho dos compressores e consequentemente do SAC (Tabela 10).

Tabela 10 - Listagem de variáveis a monitorizar dos controladores Ingersoll Rand Xe-145M.

Número de registo (40XXX)	Variável
001	Estado/Controlo
003	Pressão de descarga do equipamento (bar)
014	Temperatura do ar de entrada (°C)
020	Capacidade do equipamento (%)
031	Potência consumida (kW)
064	Horas de funcionamento (h)
112	Nível de pressão alvo (bar)
113	Nível de pressão de paragem automática (bar)
114	Nível de pressão de paragem imediata (bar)
255	Código de aviso (XXX)
256	Código de alarme (XXX)

Como referido anteriormente, a aquisição de dados foi muito limitada, baseada em médias e de forma manual, ou seja, a resolução dos dados obtidos é pequena (diária) e sem uma maior resolução das leituras (de 15 em 15 minutos) não é possível identificar problemas pontuais, mas recorrentes como por exemplo problemas de quedas de pressão, excesso de consumos energéticos por parte dos equipamentos, consumo excessivo de ar comprimido, entre outros. Com a correta ligação e aquisição das variáveis acima mencionadas (Tabela 9 e Tabela 10), será possível dar início à construção de diagramas de carga e perfis de desempenho mensais, semanais e diários do SAC, com intervalos de aquisição horários, de 15 em 15 minutos, ou até mesmo contínuos (segundo a segundo). Para além disso, também permitirá criar alertas e configurar mensagens de aviso sobre alarmes, avisos e avarias [16].

Com a implementação de um sistema de monitorização do SAC, é necessário que se definam alguns indicadores de desempenho do sistema (KPI). Não só no SAC, mas também em todos os outros sistemas, estes indicadores são uma valiosa ferramenta de monitorização do desempenho geral dos sistemas, permitindo identificar a existência de problemas, determinar a eficácia das melhorias realizadas e quantificar a eficiência e custos dos sistemas. Numa primeira abordagem, considera-se que deverão ser criados três KPI, sendo eles [13]:

1. **Custo específico** (euros/m³) – quantifica o custo da energia elétrica consumida por todos os equipamentos (produção e tratamento) para produzir cada metro cúbico de ar comprimido.
2. **Eficiência de processo** (kWh/m³) – permite relacionar a quantidade de energia elétrica consumida equipamentos, com o volume ar comprimido produzido, e quantificar a eficiência dos processos do SAC (produção e tratamento).
3. **Consumo específico** (m³/pcs) – através deste indicador será possível conhecer as necessidades de ar comprimido dos utilizadores do SAC, permitindo determinar, em média a quantidade de ar comprimido necessária para a produção de um determinado número de peças, bem como o seu custo associado.

A criação de uma base de dados de todos os dados monitorizados pela GTC, permitirá não só criar os três KPI sugeridos, como também outros indicadores que posteriormente possam ser do interesse do departamento de MS.

4.2. Sensibilização e envolvimento das pessoas

É necessário perceber que antes de atuar sobre a produção e o tratamento de ar comprimido (sala dos compressores), deve-se priorizar sempre a criação e implementação de planos de ação para a melhoria da eficiência nos utilizadores finais e na rede de distribuição de ar comprimido. Todas as melhorias alcançadas nestas áreas serão automaticamente refletidas na produção de ar comprimido. É por isso de extrema importância que todo o pessoal técnico que se encontra envolvido com o SAC (departamento de MS e técnicos de manutenção) garantam que os equipamentos consumidores e a rede de distribuição de ar comprimido não apresentem perdas energéticas. Ao priorizar estas áreas garante-se por exemplo, o não haja um sobredimensionamento da produção e/ou tratamento de ar comprimido.

Sendo considerada em muitas indústrias como uma das fontes de energia mais caras, o ar comprimido deve ser utilizado de forma racional e em aplicações que necessitem desta fonte de

energia para uma operação eficiente. Por esta razão, processos que possam ser efetuados através de outros meios ou outro tipo de tecnologia mais eficiente, devem ser privilegiados em detrimento do ar comprimido. Afim de perceber a possibilidade ou existência de outras tecnologias, os processos que utilizam ar comprimido devem ser objetos de um estudo adequado, onde se procurem alternativas viáveis tendo em conta as necessidades dos processos e as vantagens energéticas que daí advenham. Nalguns casos (Tabela 11), com a mudança de comportamentos e/ou opções tecnológicas, é possível obter em média, economias de energia na ordem dos 40 % [1].

Tabela 11 - Algumas aplicações e correspondentes alternativas ao uso de ar comprimido [1] [3] [13] [14].

Aplicações	Alternativas
Ventilação	Ventiladores ou sopradores elétricos
Agitação de líquidos	Agitadores mecânicos ou sopradores elétricos
Limpeza de pavimentos ou pessoas	Escovas ou aspiradores elétricos
Rejeição de produtos de uma linha de processo	Braços mecânicos
Transporte pneumático	Sopradores de baixa pressão ou telas transportadoras
Limpeza, secagem ou arrefecimento de produtos	Sopradores de baixa pressão, ventiladores elétricos, vassouras/escovas
Geração de vácuo	Bomba de vácuo dedicada ou sistema central de vácuo
Motores e/ou bombas pneumáticas	Motores elétricos e/ou bombas mecânicas
Equipamentos temporariamente em standby	Electroválvula na entrada de ar para controlo automático
Equipamentos desativados	Desconexão da rede de distribuição

A divulgação destas e outras alternativas serão parte integrante do projeto “Notas técnicas de MS” que para além do ar comprimido, abordará de forma simples e regular outras áreas, como: segurança, eletricidade, mecânica, gás, água, entre outros. Este projeto a cargo de um membro do departamento MS, encontra-se em desenvolvimento e está previsto que este comece a ser divulgado ainda durante o ano de 2017.

Cada caso é um caso, e por isso é necessário estudar até que ponto é rentável e eficiente energeticamente a utilização de outras tecnologias em detrimento das tecnologias pneumáticas. Assim, numa fase posterior e como resultado da divulgação de informação no âmbito do projeto “Notas Técnicas de MS”, pretender-se-á realizar auditorias internas às linhas de produção para promover a eficiência energética. Estas auditorias permitiram realizar um estudo mais aprofundado sobre eficiência energética, quer nos equipamentos e processos pneumáticos, quer nos elétricos e/ou mecânicos. Devido à quantidade de pessoas envolvidas por cada linha de produção – *Product Leader Manager, Product Leader, Maintenance Technician, Team Leader* e o departamento MS – estas auditorias deverão ser calendarizadas de forma a que todos os intervenientes possam comparecer. Desta forma, será possível uma identificação mais ampla de todas as oportunidades de melhoria e o desenvolvimento de planos de ação que se considerem necessários.

Com a intenção de envolver todos os colaboradores da empresa, foi sugerida a criação de um mapa de sinalização e seguimento de toda a zona de produção. Este mapa terá como principal objetivo participação ativa dos colaboradores na melhoria contínua do SAC, sempre que identificarem usos inapropriados de ar comprimido, equipamentos fora de serviço conectados à rede de distribuição, equipamentos sem corte automático de ar comprimido, fugas, equipamentos pneumáticos degradados, entre outros. O mapa permitirá assinalar estas ocorrências, através da colocação de um sinalizador no mapa. Assim, de uma forma simples e dando a oportunidade de envolvência a todos os colaboradores, será possível identificar quais as zonas ou linhas de produção mais críticas e que necessitam de intervenção técnica.

A longo prazo, comprovada a utilidade deste mecanismo com o SAC, pode e deve ser estudado o alargamento do seu âmbito para além do SAC, como por exemplo: problemas elétricos, estruturais do edifício, iluminação, climatização, infiltrações, segurança, entre outros (Figura 17).

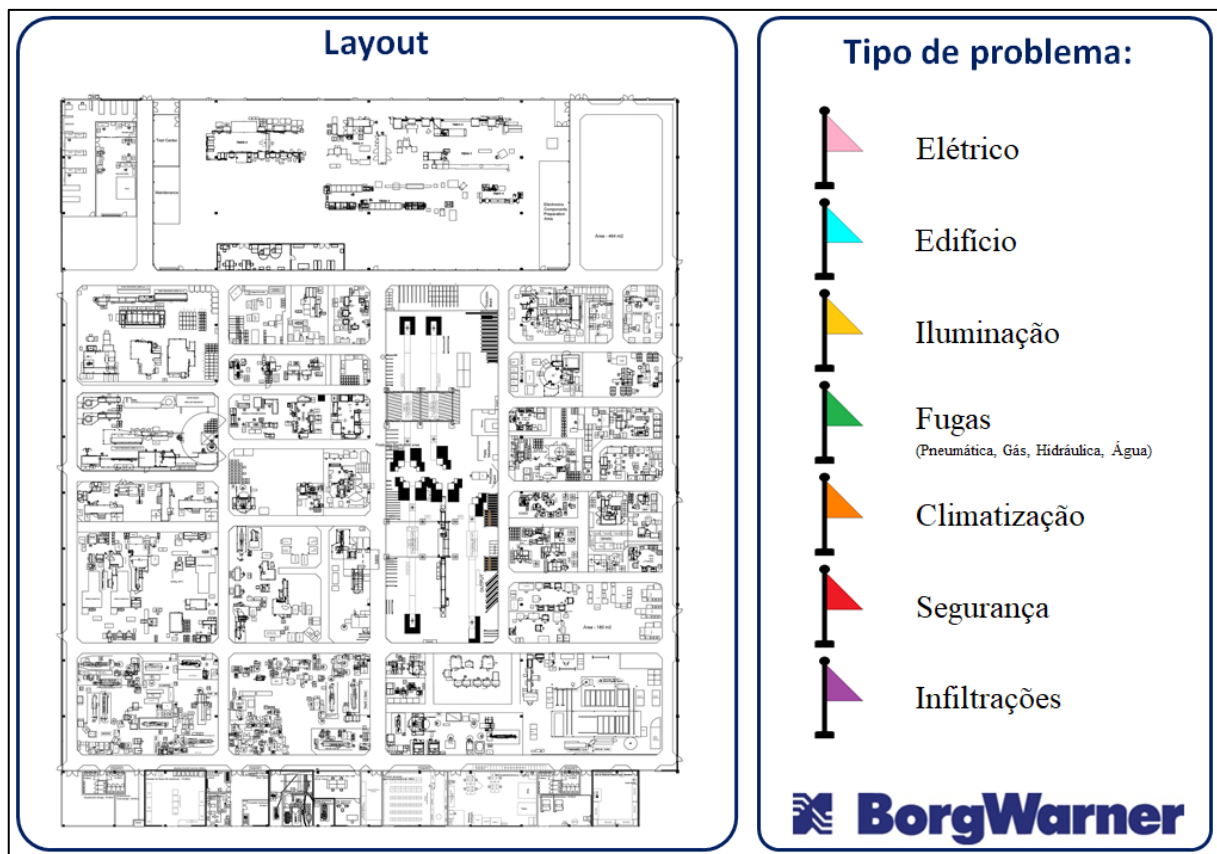


Figura 17 – Exemplo sugestivo de um mapa de sinalização de problemas.

4.3. Eliminação e controlo de fugas de ar comprimido

As fugas de ar comprimido estão continuamente presentes e podem ocorrer em qualquer parte do sistema, representando entre 10 a 40% do consumo do SAC. Pequenas fugas são inevitáveis mesmo em redes muito bem concebidas e com uma manutenção adequada [1][3][9][13] [14].

Para que melhor se entenda o desperdício energético associado a uma fuga de ar comprimido, uma fuga num orifício com um diâmetro de 1 mm, num SCA com uma pressão de 6,0 bar, corresponde a um desperdício de 0,0631 m³/min (Anexo S – Caudal de fugas (m³/min) em função da pressão (bar) e diâmetro (mm) do orifício). Considerando, como exemplo, que esta fuga se localiza na rede de distribuição do SAC da BWP, e por isso está continuamente presente permanentemente, esta fuga representa um desperdício de 90,86 m³/dia, o que equivale a 0,91 euros/dia. Caso não seja eliminada, possui um custo anual associado de 328,50 euros.

A quantificação das fugas deve realizar-se durante períodos em que todos os consumidores e dispositivos pneumáticos se encontrem fora de serviço. Entre o dia 8 de junho de 2017 e o dia 12 de junho de 2017, foi instalado um analisador de energia (Anexo T – Analisador de energia Chauvin Arnoux PEL 103) e registado o consumo elétrico do compressor BW000374. Das 14h00m às 22h00m do dia 10 de junho de 2017, a fábrica não laborou e por isso reuniram-se as condições necessárias para se realizar uma estimativa do caudal de fugas do SAC. As medições efetuadas durante este período registaram uma potência média de 36,74 kW e uma potência máxima de 68,15 kW (Figura 18).

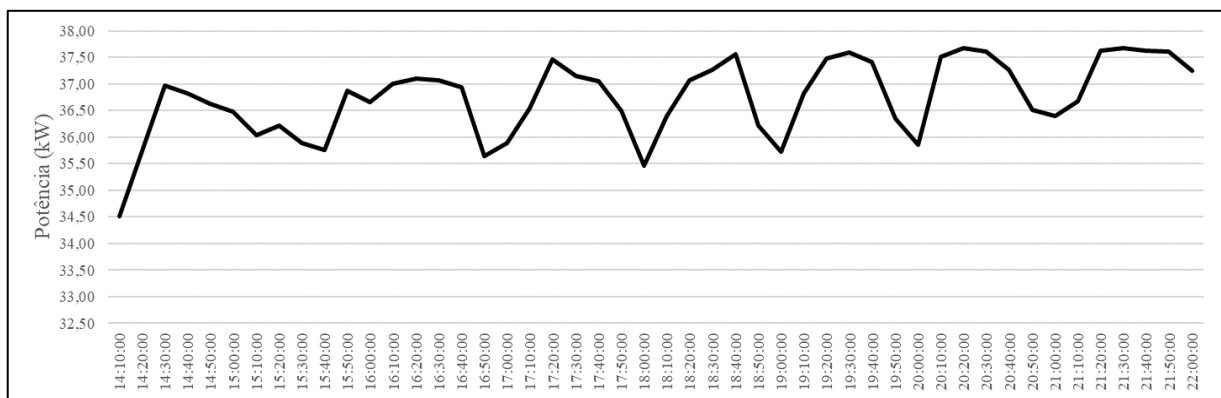


Figura 18 - Diagrama de carga do compressor BW000374 entre as 14h00m e as 22h00m no dia 10 de junho de 2017.

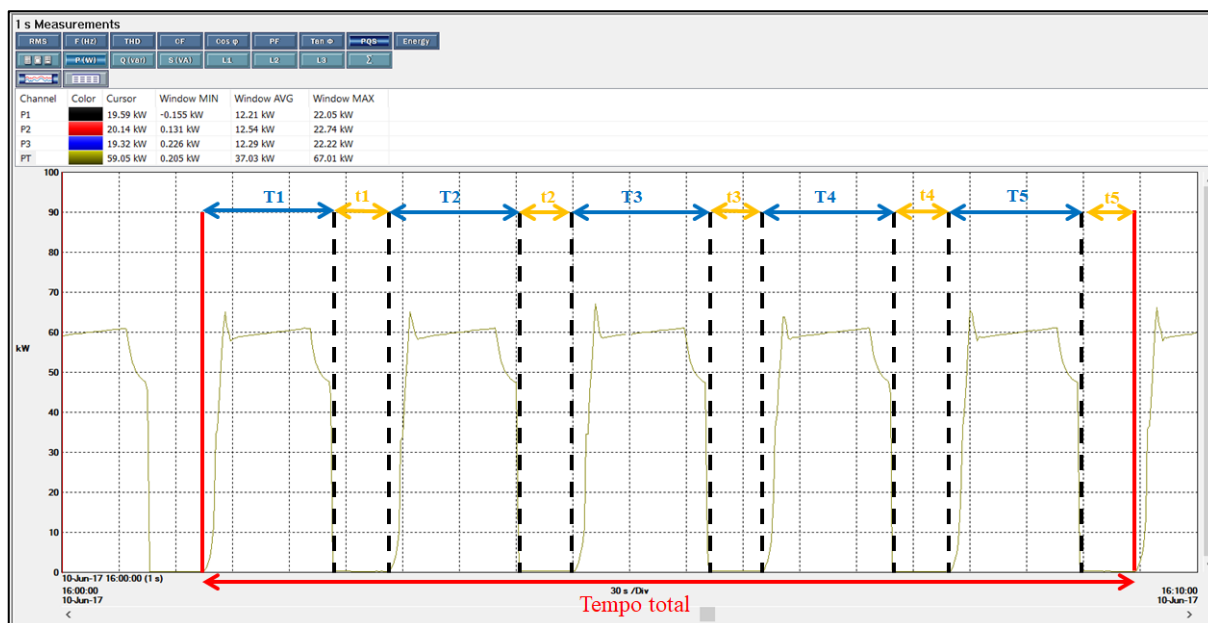


Figura 19 - Cinco ciclos de funcionamento carga-vazio do compressor BW000374.

Considerando cinco ciclos de funcionamento carga-vazio (Figura 19) do compressor BW000374, obtiveram-se os seguintes tempos:

Tabela 12- Intervalos de tempo associados aos cinco ciclos de funcionamento representados na Figura 19 .

	Em carga		Em vazio
T ₁	68 s	t ₁	30 s
T ₂	68 s	t ₂	30 s
T ₃	70 s	t ₃	30 s
T ₄	68 s	t ₄	30 s
T ₅	69 s	t ₅	30 s

O compressor está configurado para uma gama de pressão entre 6,4 e 7,0 bar, e por isso cada entrada em funcionamento do equipamento significa que a sua pressão de descarga deste é inferior a 6,4 bar, de forma análoga, quando este atinge os 7,0 bar deixa de funcionar. Durante o período monitorizado, a pressão de serviço entregue ao reservatório baixa a cada 30 segundos, em relação ao nível de pressão mínimo definido. Uma vez que neste período as linhas de produção não laboraram, as fugas existentes no SAC são responsáveis pelo consumo de ar comprimido que dá origem à queda de pressão.

Tendo em conta esta análise, estimou-se que o caudal de fugas de ar comprimido foi cerca de 2,4 m³/min (Anexo U – Estimativa do caudal de fugas do SAC). Conclui-se assim que durante as 14h00m e as 22h00m, o compressor produziu cerca de 1.152 m³ de ar comprimido devido apenas à existência de fugas. Tendo em consideração que a presença das fugas num sistema é permanente, tal significa que são produzidos 3.456 m³ de ar comprimido por dia devido a fugas. Com um custo específico de 0,01 euros/m³ de ar comprimido, e tendo como referência este período de monitorização, estima-se que o custo diário associado às fugas seja de 34,56 euros. Entre 1 de

janeiro de 2017 e 31 de maio de 2017, o custo energético médio diário do SAC foi de 152,77 euros, com um custo diário associado a fugas de 34,56 euros, as fugas terão sido responsáveis por cerca de 23% do custo total associado ao SAC durante o período de realização deste trabalho. Em período homólogo, a existência de planos de ação que garantissem um valor associado a fugas não superior a 10%, teria representado uma poupança diária de cerca de 22,74 euros, ou seja, no total dos 151 dias em que decorreu este trabalho teria sido alcançada uma poupança de aproximadamente 3.433,74 euros.

A empresa deverá então priorizar devidamente esta oportunidade de melhoria. Para além da sensibilização e envolvimento das pessoas sobre este tema, ficou definido que a empresa deverá concentrar os seus esforços em duas fases. Numa primeira fase, tendo em conta a experiência obtida anteriormente, deverão ser calendarizadas auditorias internas na empresa, envolvendo alguns membros do departamento de MS e técnicos de manutenção ao fim de semana, uma vez que a quantidade de linhas de produção em funcionamento é menor. Estas auditorias terão como principal objetivo procurar e identificar fugas de ar comprimido de grande dimensão (audíveis) e consequentemente fortalecer a sensibilização do tema de uma forma mais próxima e local. Tal como referido, esta é uma ação que já foi realizada no passado e da qual, segundo os membros do departamento de MS, foi notória a redução do consumo dos compressores a curto prazo. No entanto, e como se pode perceber através da estimativa atual calculada da quantidade de fugas de ar comprimido no SAC, esta ação não foi eficaz a médio/longo prazo. Relativamente à primeira fase, sugere-se que seja realizado um esforço adicional para que a sua implementação aconteça de forma regular e contínua.

A eliminação das fugas audíveis representará uma redução acentuada da quantidade de fugas no consumo do SAC, no entanto para que se consiga atingir o objetivo dos 10% deverá ser estruturada uma segunda fase, que consiste na deteção de fugas através de um equipamento detetor de ultrassons (Anexo V – Detetor de ultrassons LKS1000-V.2). Estes equipamentos permitem detetar desde pequenas fugas (inaudíveis) até fugas de grande dimensão (audíveis), e realizar auditorias com as linhas de produção em funcionamento, uma vez que possuem a capacidade de criar filtros em determinadas gamas de som. Além disso, são fáceis de usar, pelo que os técnicos de manutenção serão perfeitamente capazes de utilizar estes equipamentos, precisando apenas duma curta formação básica (aproximadamente 15 minutos). Tratam-se também de equipamentos muito versáteis e com uma grande potencialidade para outras operações de manutenção, e deteção de outro tipo de fugas para além de ar comprimido. Com a introdução e formação neste tipo de tecnologia será possível calendarizar auditorias internas muito mais facilmente, e realizar

auditorias mais rápidas e precisas, estando por isso prevista a proposta de aquisição de um equipamento de ultrassons por parte do departamento de MS para o Long Range Plan 2018.

Do projeto 6 sigma “Eficiência Energética”, do qual resultaram as primeiras auditorias internas para identificação e eliminação de fugas de grandes dimensões (audíveis) ao fim de semana, foram criadas etiquetas de sinalização e identificação, e um documento de gestão e seguimento do estado de conclusão das fugas de ar comprimido. Durante este projeto não se considerou a alteração das etiquetas de identificação de fugas, nem do documento de gestão já existentes, por serem do conhecimento da grande maioria dos colaboradores da fábrica e por estarem bem desenhadas e estruturadas, resultado do trabalho desenvolvido previamente no projeto 6 sigma “Eficiência Energética” (Anexo W – Projeto 6 sigma “Eficiência Energética”).

No entanto, de forma a que estas ações sejam realmente viáveis e permitam obter bons resultados, tanto a curto como a longo prazo, é importante que seja estabelecido um programa de prevenção de fugas. Este programa deverá respeitar certos parâmetros chave para que se alcance resultados satisfatórios: acompanhar e documentar o desempenho do SAC continuamente, para que se possam realizar comparações entre o antes e o depois de alguma ação; analisar, sempre que possível, o comportamento dos compressores e estimar a quantidade de fugas no consumo do SAC; determinar os custos associados às fugas, para promover a importância do tema e apresentar resultados que justifiquem investimentos futuros; identificar e documentar devidamente todas as fugas; priorizar a reparação das fugas definindo prazos; divulgação das ações realizadas e os resultados obtidos; e por fim, garantir que estas auditorias são realizadas continuamente e de forma regular.

4.4. Manutenção do SAC

Tal como todos os tipos de sistemas, os SAC necessitam de uma manutenção periódica para que possam funcionar na sua eficiência máxima, e evitem paragens não programadas. Manutenções inadequadas podem aumentar os custos de operação devido à redução de eficiência dos equipamentos, fugas, aumento do nível de pressão e serviço, temperaturas excessivas de funcionamento, problemas associados à humidade, contaminação excessiva do ar, ambiente de trabalhos inseguros, entre outros. Muitos dos problemas podem ser corrigidos facilmente através de simples ajustes, limpezas, substituição de peças ou eliminação de condições não favoráveis ao funcionamento dos equipamentos que compõem o sistema.

Um bom exemplo dos custos excessivos derivados de uma manutenção inadequada pode ser facilmente representado através dos filtros que são utilizados no sistema. Quando ficam sujos, dão

origem ao aumento da queda de pressão dos filtros, o que irá originar uma redução da eficiência do SAC. Por exemplo, um SAC que possui um compressor de 100 kW, que está continuamente em carga, a um custo de 0,10 euros/kWh, tem um custo anual de energia de 87.600 euros/ano. Com um filtro sujo (não substituído no devido prazo), a queda de pressão imposta pode aumentar cerca de 0,3 bar, em relação ao 0,1 bar que normalmente implica quando se encontra limpo. Assim, existe uma necessidade de aumento de pressão por parte do compressor para assegurar o nível de pressão de serviço entregue aos utilizadores do SAC. O aumento do nível de pressão de descarga do compressor pode representar um aumento de consumo elétrico de 6 a 10%. Assim sendo, a compensação de 0,3 bar impostos pelos filtros, quando sujos, representam um aumento de custos de 1,8 a 3% de funcionamento do compressor, ou seja, 1.577 a 2.628 euros/ano. Para evitar custos acrescidos, os filtros instalados no SAC da BWP já estão equipados com indicadores do diferencial de queda de pressão do elemento filtrante. Entenda-se que os aumentos de quedas de pressão não ocorrem apenas nos filtros, mas também nos secadores e nas canalizações que compõem a rede de distribuição [1] [3] [6] [9] [13] [14].

Todos os componentes do SAC devem ser alvo de uma manutenção, de acordo com as especificações dos fabricantes. Os intervalos especificados pelos fabricantes têm como principal objetivo proteger e prolongar o período de funcionamento dos equipamentos, mais do que otimizar a eficiência dos sistemas. Os fabricantes normalmente fornecem programas de inspeção, manutenção e de serviços, que devem ser rigorosamente seguidos. No caso da BWP, todos os equipamentos responsáveis pela produção, tratamento e armazenamento do ar comprimido foram adquiridos à Vader S.L. – distribuidor oficial da marca Ingersoll Rand – acompanhados de um contrato de manutenção com a duração de cinco anos. Será importante definir antecipadamente qual o futuro destes equipamentos, no que diz respeito à sua manutenção, aquando o término do contrato. Poderá passar por uma das seguintes opções: renovação do contrato de manutenção à responsabilidade de uma empresa externa, ou assegurar a manutenção internamente. Independentemente da opção tomada, o documento de manutenção existente na sala dos compressores (Anexo D – Checklist manutenção do 1º nível) deverá ser revisto e atualizado, uma vez que já não se encontra em total conformidade com os planos de manutenção definidos pelos fabricantes, e existem novos equipamentos instalados que não constam no documento. Os componentes da rede de distribuição foram adquiridos à Luso Ar e todas as operações de expansão e manutenção realizadas até à data deste projeto foram efetuadas em parceria com o departamento de MS.

A manutenção de um SAC requer bastantes cuidados com os equipamentos e acessórios que o constituem, exigindo atenção e respostas rápidas a anomalias e avarias, de forma a manter a

operação do sistema o mais funcional, fiável e eficiente possível. Para salvaguardar a continuidade de negócio, o SAC possui redundância total no que diz respeito à produção e tratamento do ar comprimido. Caso este investimento não tivesse sido realizado, e tendo em conta a enorme dependência de ar comprimido nas linhas de produção fabril, uma manutenção inexistente dos equipamentos poderia colocar em risco a continuidade do negócio da empresa. Para assegurar o melhor desempenho e tempo de funcionamento, todos os equipamentos devem ser alvo de uma rotina programada de procedimentos diário, semanal, mensal, quadrimestral, semestral e anual. Uma manutenção de excelência (preventiva e preditiva) é um fator chave para o aumento da disponibilidade e confiança de qualquer sistema, permitindo a melhor produtividade dos seus utilizadores, a qualidade dos produtos, e custos de operação reduzidos que podem representar 7% do custo total um SAC [6].

4.5. Temperatura do ar de admissão dos compressores

A temperatura do ar aspirado por um compressor tem uma influência direta no seu consumo energético. Quanto menor for a temperatura do ar aspirado, maior será a massa de ar que o compressor consegue aspirar com a mesma velocidade e potência. Isto deve-se ao facto de, quanto mais frio, mais denso o ar se encontra, ocupando, por isso, menor volume do que aquele que é ocupado por uma massa de ar mais quente. Devido a este fenómeno físico, é importante que a temperatura do ar aspirado pelos compressores seja controlada, uma vez que a temperatura dentro da sala tende a ser superior à temperatura do exterior. Em média, por cada aumento de 4 °C na temperatura do ar aspirado pelo compressor, há um acréscimo de cerca de 1,5% do consumo de energia eléctrica. De forma análoga, a uma diminuição de temperatura corresponde uma redução do consumo de energia dos compressores [1] [9] [13].

Para além da influência nos consumos energéticos dos compressores, a temperatura também influencia consideravelmente a fiabilidade e a necessidade de manutenção dos compressores. Por isso, o ar aspirado deve permanecer “idealmente” nos 21 °C, não deve ser nem muito frio (abaixo dos 3 °C) nem muito quente (acima dos 40 °C) e deverá ser controlado de forma a limitar o seu aumento entre 7 a 10 °C no máximo [1] [6] [12] [13].

Tabela 13 - Variação do consumo energético dos compressores em função da temperatura do ar aspirado.

Temperatura do ar aspirado (°C)	Variação do consumo energético
3	- 6,8 %
5	- 6,0 %
9	- 4,5 %
13	- 3,0 %
17	- 1,5 %
21	0,0
25	+ 1,5 %
29	+ 3,0 %
33	+ 4,5 %
37	+ 6,0 %
40	+ 6,8 %

Apesar do compressor possuir um sensor de temperatura dedicado à monitorização da temperatura do ar comprimido (Tabela 10), esta variável apenas está disponível por comunicação Modbus. Como a sala dos compressores também não possui nenhum sensor de temperatura no seu interior, não foi possível fazer um seguimento deste parâmetro durante este trabalho. No entanto, a assiduidade com que se frequentou a sala dos compressores permite afirmar que, durante a realização do estágio aqui relatado, ocorreu uma grande variação da temperatura no interior da sala.

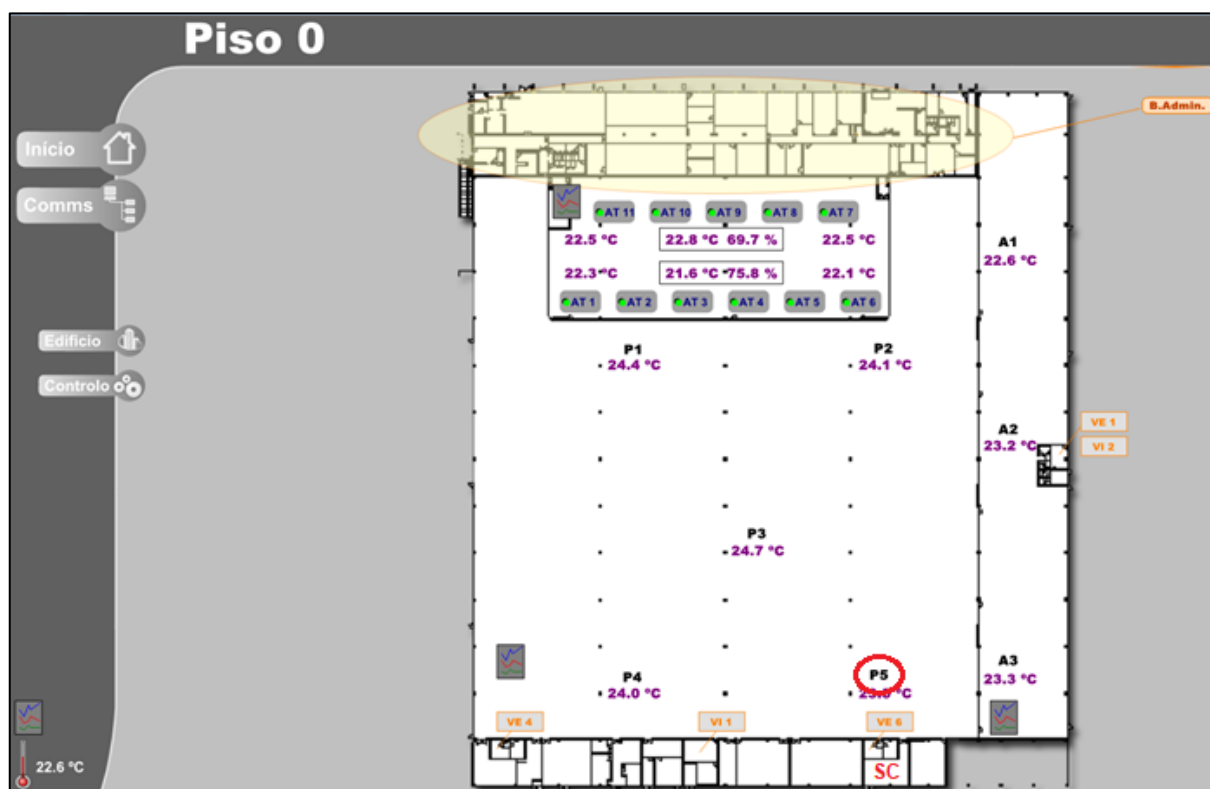


Figura 20 - Layout com os sensores de temperatura da BWP

De forma a perceber a potencialidade do seguimento da temperatura do ar de admissão, foi analisado o sensor de temperatura P5 no interior do edifício, mais próximo da sala dos

compressores (Figura 20), a partir do qual foi possível construir um diagrama de temperatura com uma resolução horária (Figura 21).

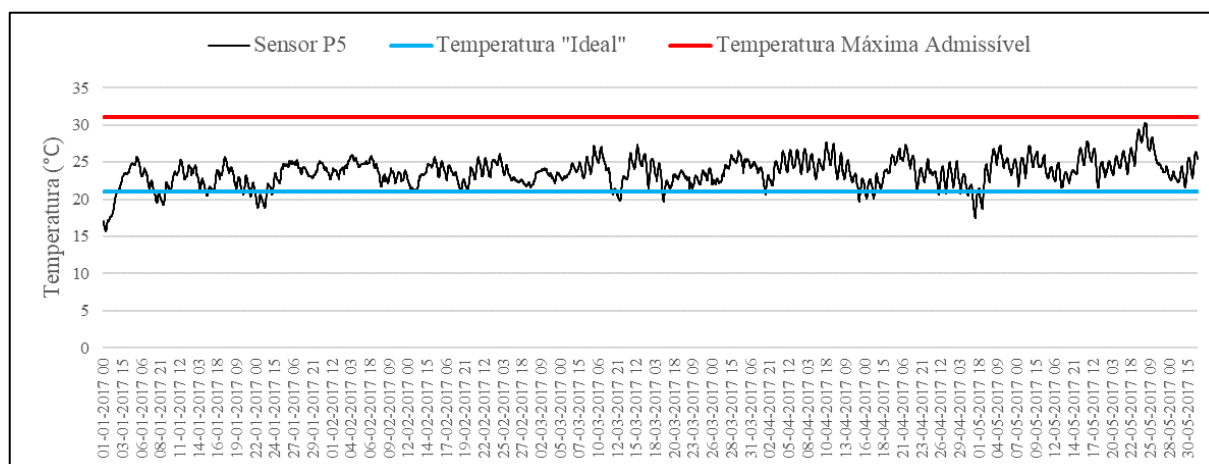


Figura 21 - Diagrama das temperaturas monitorizadas pelo sensor P5 entre 1 de janeiro de 2017 e 31 de maio de 2017.

Constatou-se assim que durante 89,4% do tempo no qual decorreu este trabalho, o sensor em questão registou valores superiores a 21 °C, com uma temperatura mínima registada de 15,7 °C, e uma máxima de 30,3 °C. Interpolando os dados da Tabela 13 com os dados obtidos pelo sensor P5 superiores a 21 °C (Anexo X – Temperaturas do sensor de temperatura P5), e assumindo que a temperatura no interior da sala dos compressores é muito próxima daquela registada pelo sensor P5, conclui-se que o consumo excedente terá sido de cerca de 2.078 kWh, o equivalente a 1% do consumo total dos compressores. Apesar da temperatura ter permanecido superior à “ideal” na maior parte do tempo, os valores nunca ultrapassaram o limite máximo de 10 °C e por essa razão, o impacto resultante desta suposição não se traduz em custos adicionais elevados. No entanto, é necessário não esquecer que a sala dos compressores se encontra na fachada Sul do edifício com exposição solar direta, e a zona de produção, onde está instalado o sensor P5, possui um ambiente mais estável e controlado. Por estas razões, a temperatura do ar no interior da sala pode estar sujeita a variações superiores àquelas que foram verificadas no sensor P5. Assim sendo, é recomendável que os equipamentos do SAC estejam ligados à GTC, e que seja criado um diagrama da temperatura dos sensores de temperatura dos compressores. Desta forma, será possível averiguar e acompanhar com rigor, os impactos que as variações da temperatura do ar no interior da sala provocam no consumo dos compressores, ao longo das quatro estações do ano.

Tendo em conta que os compressores instalados no SAC da BWP são de parafuso e arrefecidos a ar, o ar aquecido resultante do processo de arrefecimento é encaminhado para o exterior da sala através de uma conduta dedicada, já instalada em cada um dos compressores (Figura 22).



Figura 22 - Conduatas de extração do ar quente resultante do arrefecimento dos compressores.

Evita-se assim que este ar aquecido não influencie a temperatura do ar que será aspirado pelos compressores. Por outro lado, permite ainda que o ar utilizado para o arrefecimento possa atingir temperaturas mais elevadas, requerendo para isso uma menor quantidade de ar para realizar o arrefecimento [8] [13].

Caso se verifique que a temperatura do ar aspirado pelos compressores está acima do limite máximo admissível (10 °C), deverão ser estudadas alternativas como: introdução de um sistema de ventilação artificial que renove o ar no interior da sala injetando ar novo do exterior do edifício, preferencialmente sem instalar conduatas de ar novo extensas; melhorar as conduatas de extração e/ou introdução de ar; e em último caso quando for necessária a renovação dos equipamentos compressores considerar a aquisição de compressores com sistema de arrefecimento a água. [6] [12] .

4.6. Recuperação do calor dissipado pelos compressores

Sempre que se produz ar comprimido, existe um processo de conversão de energia elétrica em energia mecânica pelo motor para acionar o elemento compressor, e este converte energia mecânica em energia potencial sob a forma de pressão no ar comprimido. Sempre que se produz ar comprimido, o ar aquece como consequência do processo de compressão. Regra geral, este calor é retirado do ar comprimido por arrefecimento, utilizando água ou ar. Posteriormente, o ar ou água, aquecidos pelo calor resultante do processo de compressão, são descarregados na atmosfera, no esgoto, ou numa torre própria de arrefecimento. De toda a energia elétrica consumida pelos compressores, cerca de 80% é convertida em calor, que pode ser reaproveitada sob a forma de energia térmica. Desta energia disponível sob a forma de calor, cerca de 72% encontra-se no lubrificante utilizado para arrefecer o ar comprimido, 13% é possível de recuperar do próprio ar

comprimido, e 9% é proveniente das perdas por efeito de joule do motor e de todo o acionamento elétrico do compressor. Apenas 2% da energia térmica se perde por radiação e os restantes 4% permanecem no ar comprimido [3] [6] [9] [12] [13] [14]. De salientar que, o reaproveitamento da energia térmica dissipada não se traduz numa redução de consumos energéticos dos compressores, mas sim num encaminhamento desta energia térmica para outras aplicações, reduzindo os seus custos de operação, como por exemplo: aquecimento de água para o processo; aquecimento de ar ambiente; águas quentes sanitárias; balneários; cozinhas; ar de combustão em caldeiras; entre outras aplicações que necessitam de água ou ar quentes [1] [17].

Os compressores instalados no SAC da BWP, encontram-se já preparados para a instalação de um sistema de recuperação de calor integrado do mesmo fabricante (Figura 23). Estes sistemas possuem um potencial de recuperação de energia de 85%, com capacidade de aquecer água a temperaturas superiores a 70 °C [18]. Uma vez que, durante a realização deste trabalho, os dois compressores foram responsáveis pelo consumo de 203.403 kWh, a instalação destes sistemas de recuperação de energia poderia ter significado um reaproveitamento de cerca de 138.314 kWh. Cada um destes sistemas tem um custo de instalação de cerca de 3.500 euros. Será importante realçar que o *pay-back* e a viabilidade económica do investimento a fazer, dependerá do custo de aquisição destes sistemas, do tipo de processo onde irá ser reaproveitada a energia térmica, e o custo de outros equipamentos (tubagens, reguladores, backup de fonte de calor, etc.) necessários para se dimensionar e construir as infraestruturas necessárias para reencaminhar a energia térmica reaproveitada, desde os compressores até ao local onde se encontrarão os consumidores desta energia.



Figura 23 - Sistema de recuperação de calor da Ingersoll Rand [17].

Apesar de, inicialmente, terem sido aconselhados aquando da instalação dos compressores, estes sistemas não foram instalados, e até à conclusão deste trabalho não estava prevista a sua aquisição. Isto prende-se com a dificuldade de encontrar processos ou locais onde se possa aplicar

esta energia, o que acontece de igual forma com a energia térmica que é dissipada por três fornos de processo que se encontram na zona de produção. Desta feita, o departamento de MS deverá deixar esta oportunidade de melhoria em aberto, até encontrar uma aplicação que, no futuro, permita o reaproveitamento desta energia.

4.7. Projeto *Energy Efficiency in Compressed Air Systems*

Apesar deste trabalho não seguir a metodologia DMAIC, foram tidas em consideração ferramentas a utilizar no futuro do projeto 6 sigma. Todas as oportunidades de melhoria abordadas anteriormente, são analisadas com o objetivo de conseguir alcançar uma redução dos custos associados ao consumo energético do SAC de 10.000 euros/ano (Anexo Z.1 – *Project Charter*). Foram identificadas diversas variáveis para caracterizar o desempenho do SAC, assim como as variáveis que podem influenciar e tornar o sistema ineficiente do ponto de vista energético (Anexo Z.2 – *Process Map*). De futuro, aquando da realização do projeto 6 sigma, estas ferramentas deverão ser novamente analisadas, atualizadas se for o caso, e devem ainda ser introduzidas outras ferramentas do 6 sigma para implementar corretamente todo o trabalho que se irá desenvolver no projeto.

De todos os objetivos que se pretendiam durante este trabalho, é importante realçar que todos ambicionavam comprovar a necessidade e o valor da realização de um projeto 6 sigma totalmente dedicado ao SAC, de forma a conseguir melhorar e controlar o sistema com critério, e a longo prazo. Em conjunto com o André Seara (*Quality and Manufacturing Services Manager*) e o António Durval (*Manufacturing Services Supervisor*), concluiu-se que todas as oportunidades identificadas deveriam ser analisadas de forma a selecionar quais seriam possíveis de realizar de momento, e com maior valor acrescentado no que diz respeito às poupanças associadas. Desta análise em conjunto, ficou definido um plano de ações para o projeto 6 sigma *Energy Efficiency in Compressed Air Systems* (Anexo Z.3 – Plano de futuras ações), o qual se foca essencialmente em cinco temas: as fugas de ar comprimido; a rede de ar comprimido; a monitorização do SAC; e a envolvência dos colaboradores da BWP.

Relativamente à monitorização do SAC (subcapítulo 4.1.), ficou definido que a data limite para a conclusão destes trabalhos seria até final de 2017. A realização destas tarefas de forma a cumprir o objetivo do SAC estar interligado à GTC em 2018, ficou à responsabilidade dos técnicos de automação, instrumentação e controlo da equipa de MS, João Castro e Javier González.

A envolvência dos colaboradores da BWP ficará a cargo do supervisor do departamento de MS, António Durval, e tal como foi referido (subcapítulo 4.2.), esta tarefa será integrada no seu

projeto “Notas técnicas de MS”. Será apenas da sua inteira responsabilidade fazer chegar toda a informação sobre notas técnicas e boas práticas necessárias, tendo em conta os processos e os equipamentos pneumáticos existentes nas instalações, ao maior número possível de colaboradores. A divulgação de boas práticas pneumáticas estará sempre associada a este projeto, que terá início até ao final do ano de 2017.

Juntamente com a ligação do SAC à GTC, o tema das fugas de ar comprimido (subcapítulo 4.3.) foi considerado por todos como uma das oportunidades de melhoria mais importantes para concretização. A ligação do SAC à GTC, para além da enorme potencialidade de monitorização do SAC, devido aos custos de investimento que já foram realizados, é uma prioridade para o departamento de MS. No que diz respeito à eliminação de fugas, foi uma das principais medidas recomendadas no Plano de Racionalização dos Consumos de Energia realizado em 2016, resultante da auditoria energética realizada por uma empresa externa, onde é referenciado que as fugas representavam 42,3% do consumo total de ar comprimido da central geral. Assim sendo, através do Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia, o departamento MS comprometeu-se a reduzir e controlar as fugas de ar comprimido em 10% até 2018. A coordenação das ações de identificação e eliminação de fugas serão da responsabilidade do António Durval. De salientar que na realização deste trabalho, verificou-se uma redução na quantidade de fugas presentes no sistema, no entanto ainda longe de se alcançar o objetivo traçado dos 10%.

Apesar da manutenção dos principais equipamentos do SAC estarem abrangidos pela garantia do fabricante e contratos de manutenção (subcapítulo 4.4.), é essencial que esta nunca deixe de ser realizada. Neste sentido, encontra-se a cargo do supervisor do departamento de MS, e ao elemento do departamento MS responsável pela melhoria contínua, António Durval e Pedro Veiga respetivamente, a realização de um plano de manutenção e crescimento da rede de ar comprimido. Também ficará a seu cargo a otimização da rede através de um seccionamento automatizado, permitindo adaptar o tamanho da rede em função das necessidades dos utilizadores. Estes trabalhos já se encontram em desenvolvimento e é estimado que se comecem a definir ordens de trabalho até 2018.

5. Conclusão

Esta dissertação de mestrado tinha por objetivo inicial a análise do SAC tendo em vista a realização de um projeto baseado na metodologia 6 sigma. No decorrer do estágio, por motivos internos da BWP, todos os projetos 6 sigma ficaram suspensos, tendo sido retomados já na fase final deste trabalho. Procedeu-se, contudo, à elaboração desta tese para comprovar a necessidade e a pertinência de um projeto 6 sigma na empresa.

Deste estudo resultou um plano de ações a realizar pelos membros do departamento de MS, com vista a auxiliar a implementação do projeto “*Energy Efficiency in Compressed Air System*”. Este projeto deve ser visto como uma oportunidade de melhoria contínua que, de forma permanente, tornará o SAC num sistema com funcionamento estável, otimizado e eficiente, permitindo uma redução de custos de operação e a manutenção do próprio sistema.

Ainda que este trabalho apresente um enquadramento mais teórico, foram também definidas oportunidades de melhoria que se consideraram alcançáveis a curto prazo, e que constam no plano de ações que ficou definido. Não obstante terem sido mencionadas, melhorias como a influência da temperatura no consumo energético dos compressores, e a recuperação de energia térmica desperdiçada pelos compressores, não foram incluídas neste plano. A primeira deverá ser alvo de um novo seguimento assim que se comece a tirar partido de todas as funcionalidades dos controladores dos compressores. A segunda apenas poderá ser pensada quando surgir uma oportunidade viável e rentável com necessidades de energia térmica. Convém salientar que todas as ações deverão ser realizadas nas datas limite atribuídas pelo responsável designado.

Para além da análise do SAC, no decorrer do estágio foram realizadas algumas melhorias no SAC: criação dos procedimentos de controlo de energia de cada equipamento instalado na sala; contactos com o fabricante para proceder à atualização do *software* instalado nos controladores dos compressores, permitindo disponibilizar controlo remoto das máquinas via web; substituição e melhoramento da caixilharia de filtragem das portadas de acesso ao exterior da sala dos compressores, o que possibilita a entrada do ar necessário no interior da sala para os compressores; planeamento da interligação dos compressores, secadores e válvulas pneumáticas eletrónicas, de forma a garantir uma redundância automática da produção e tratamento do SAC.

É essencial que o departamento mantenha sempre presente a necessidade de uma manutenção diária interna auxiliada por especialistas, de preferência os representantes do fabricante dos equipamentos instalados. Deverá ser fomentada a continuidade da mentalidade da empresa relativamente à evolução e melhoria contínua através da metodologia 6 sigma, no sentido de melhorar a compreensão e desempenho dos diferentes setores que estão a cargo do departamento

de MS. Apesar de se tratar de uma instalação industrial recente, esta já necessita de especial atenção em outros sistemas para além do ar comprimido, como é o caso da climatização, iluminação, gás, redes de distribuição e recolha de água de processo, entre outros. Mesmo que estejam operacionais, o acompanhamento de todos os sistemas é fulcral, pois só assim se pode garantir a sua eficiência e controlo a longo prazo.

A título pessoal, este estágio representou uma primeira experiência com o mundo profissional bastante enriquecedora. Foi possível aplicar conhecimentos adquiridos ao longo da minha formação académica, como também obter *know-how* de carácter mais técnico, organizacional, de desempenho de funções, comunicação e trabalho em equipa, que certamente farão de mim uma pessoa mais instruída a nível pessoal e profissional. Através dos pequenos desafios que me foram lançados em paralelo com este trabalho, foi-me dada a oportunidade de me envolver noutros setores, enriquecendo a minha experiência profissional. As condicionantes que foram surgindo serviram para uma maior consciencialização acerca das barreiras, imprevistos e fatores não controláveis que existem no dia a dia do mundo do trabalho que me espera. A minha opção pessoal de realizar a dissertação de mestrado em contexto de estágio curricular revelou-se assim estimulante e proveitosa, graças à enorme quantidade de desafios que me propuseram e que me fizeram evoluir como pessoa e profissional para o futuro.

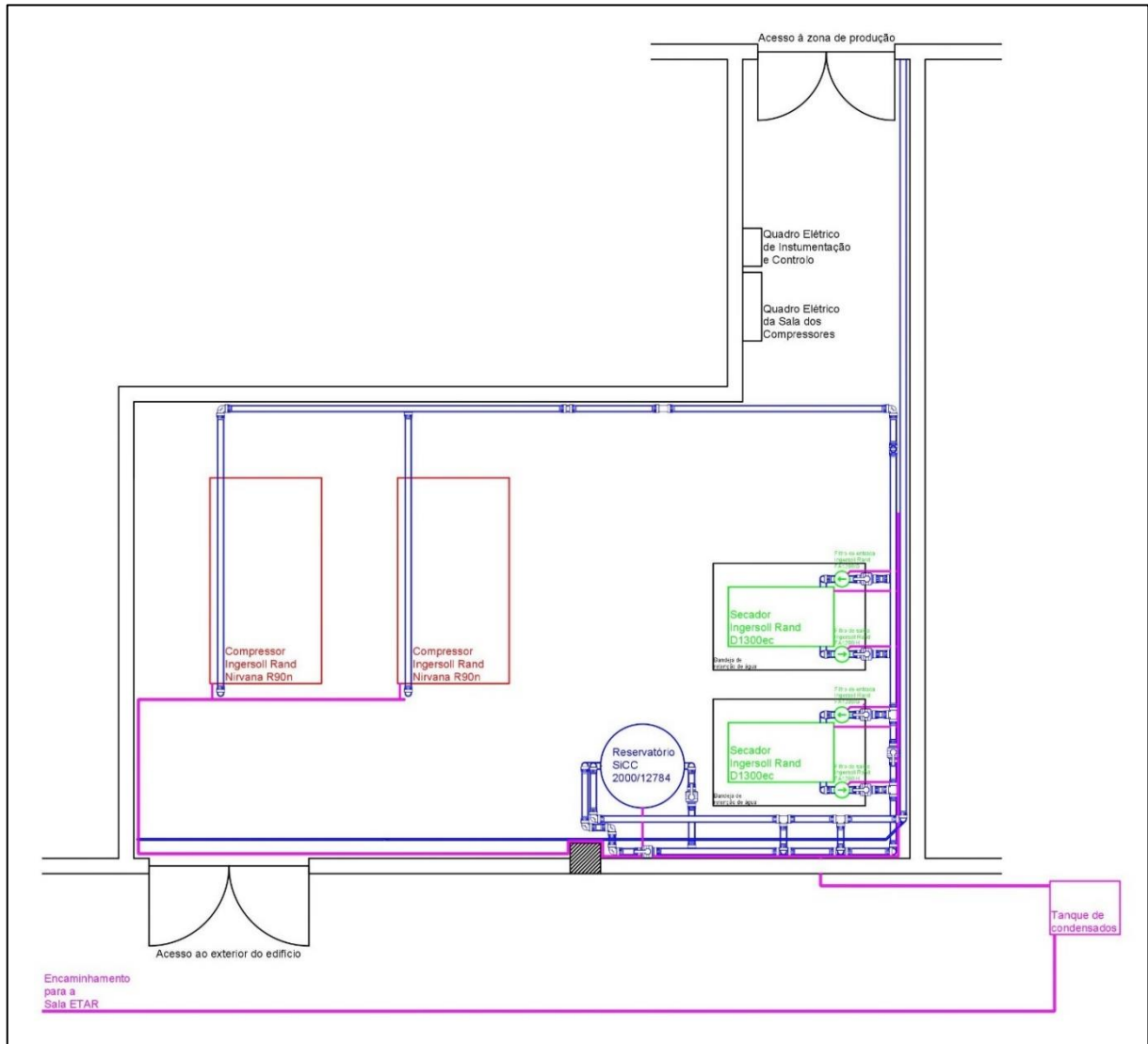
Referências Bibliográficas

- [1] Atlas Copco, Manual de Eficiência Energética em Sistemas de Ar Comprimido, Lisboa: ADENE - Agência para a Energia, 2016.
- [2] P. Radgen e E. Blaustein, “Compressed Air Systems in the European Union,” SAVE Programme, Germany, 2000.
- [3] U.S. Department of Energy, Improving Compressed Air System Performance, United States: DoE, 2003.
- [4] BorgWarner, “BorgWarner,” [Online]. Available: <https://www.borgwarner.com/en/home>.
- [5] Manufacturing Services Department, *Documentação Interna da BorgWarner Emissions and Thermal Systems Portugal*, Lanheses.
- [6] Atlas Copco, Compressed Air Manual, Belgium: Atlas Copco Airpower NV, 2015.
- [7] N. R. Rocha e M. A. G. Monteiro, Eficiência Energética em Sistemas de Ar Comprimido, Brasil, 2005.
- [8] Robert Bosch Limitada, Tecnologia de ar comprimido, Brasil, 2008.
- [9] “Energy University,” Schneider Electric, 2017. [Online]. Available: <http://www.schneideruniversities.com/energy-university/>.
- [10] Ingersoll Rand, Air Quality Guide, United Kingdom, 2004.
- [11] Parker Hannifin Ltd., Introduction to ISO Air Quality Standards, England: Park Hannifin Corporation, 2010.
- [12] Kaeser Compressores LDA, Tecnologia de ar comprimido, Portugal, 2010.
- [13] C. Rocha e M. Monteiro, Manual Prático - Eficiência Energética em Sistemas de Ar Comprimido, Brasil: Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, 2014.
- [14] Festo AG & Co. KG, Kaeser Kompressoren AG, Institute for System Dynamics – University of Stuttgart, Fraunhofer Institute for System and Innovation Research ISI, Institute for Power Electronics and Electric Drives - University of Stuttgart, EnEffAH - Energy Efficiency in Production in the Drive and Handling Technology Field, Stuttgart, Germany: EnEffAH - Project Consortium 2012, 2012.
- [15] Ingersoll Rand, Dec High-Efficiency Cycling Dryers, 2011.
- [16] F. M. Barbosa, Gestão do diagrama de cargas, Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2005.
- [17] Ingersoll Rand, Energy Recovery System, United Kingdom: Ingersoll Rand, 2008.
- [18] J. Novais, Ar Comprimido Industrial, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2014.

Anexos

Anexo A – Planta da sala dos compressores

Nota informativa: A planta apresentada não se encontra à escala real.



Anexo B – Metodologia 5S

Anexo B.1 – O que é a metodologia 5S?

A metodologia 5S assenta em cinco palavras base, de origem japonesa:

1. Seiri (Triagem) – Definição do que é necessário para a realização de uma determinada tarefa, e eliminação do que não é necessário.
2. Seiton (Arrumação) – Correta arrumação dos materiais essenciais no lugar correto, de forma a permitir que o acesso a estes seja o mais fácil e rápido possível.
3. Seiso (Limpeza) – Preocupação constante em manter os locais de trabalho limpos, contribuindo para a segurança do local.
4. Seiketsu (Normalização) – Desenvolver mecanismos de identificação e visualização standard para manter o local de trabalho organizado, limpo e funcional.
5. Shitsuke (Disciplina) – Criação de hábitos e rotinas de forma a preservar o local de trabalho.

A metodologia 5S procura também promover comportamentos de auto-organização como: “se abrir, fecho”; “se acendi, apago”; “se ligo, desligo”, “se desarrumo, arrumo”; “se sujo, limpo”; “se peço emprestado, devolvo”. É por isso uma metodologia que procura envolver todos os colaboradores sobre a necessidade de mudar hábitos e atitudes, terminando com a resistência à mudança e favorecendo a melhoria contínua.

Anexo B.2 – Calendário das auditorias 5S do departamento MS

Por forma a garantir que a metodologia 5S é implementada de forma regular, todas as semanas está prevista a realização de, pelo menos, uma auditoria. Este calendário é atualizado a cada 8 semanas, para garantir que, pelo menos uma vez por ano, cada elemento irá auditar no mínimo, uma das áreas técnicas do departamento.

Área	Responsável									
	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33		
Escritório MS	J. Gonzalez	X	X	A. Ribeiro	X	X	X	R. Araujo	X	
Oficina de Manutenção	J. Gonzalez	X	X	A. Ribeiro	X	X	X	R. Araujo	X	
Sala dos Compressores	J. Gonzalez	X	X	A. Ribeiro	X	X	X	R. Araujo	X	
ETAR	X	J. Pereira	X	X	J. Oliver	X	X	X	J. Castro	
Sala AVAC 1	X	J. Pereira	X	X	J. Oliver	X	X	X	J. Castro	
Sala AVAC 2	X	J. Pereira	X	X	J. Oliver	X	X	X	J. Castro	
Piso 2	X	J. Pereira	X	X	J. Oliver	X	X	X	J. Castro	
Sala de Transformadores	X	X	A. Durval	X	X	P. Veiga	X	X	X	
Posto de Seccionamento	X	X	A. Durval	X	X	P. Veiga	X	X	X	
Central de Bombagem	X	X	A. Durval	X	X	P. Veiga	X	X	X	

Anexo C – Registo diário do consumo energético da sala dos compressores

Nota informativa: Os dados que se encontram em *itálico* correspondem à média diária de vários dias sem registo do contador energético.

Registo do contador energético (kWh)	Data	Consumo energético da SC (kWh)	Consumo energético global da BWP (kWh)	Parcela associada ao consumo da SAC (%)	Custos associados à SC (euros)	Dia
-	01-01-2017	990,4	10.288,0	9,6%	99,0	Domingo
9.903,50	02-01-2017	1.436,0	23.560,0	6,1%	143,6	Segunda-feira
11.339,50	03-01-2017	1.540,4	26.768,0	5,8%	154,0	Terça-feira
12.879,90	04-01-2017	1.755,3	28.126,0	6,2%	175,5	Quarta-feira
14.635,20	05-01-2017	1.442,8	24.342,3	5,9%	144,3	Quinta-feira
-	06-01-2017	1.442,8	24.342,3	5,9%	144,3	Sexta-feira
-	07-01-2017	1.442,8	24.342,3	5,9%	144,3	Sábado
-	08-01-2017	1.442,8	24.342,3	5,9%	144,3	Domingo
20.406,30	09-01-2017	1.624,7	27.236,0	6,0%	162,5	Segunda-feira
22.031,00	10-01-2017	1.542,7	28.026,0	5,5%	154,3	Terça-feira
23.573,70	11-01-2017	1.702,9	29.048,0	5,9%	170,3	Quarta-feira
25.276,60	12-01-2017	1.657,6	29.071,0	5,7%	165,8	Quinta-feira
26.934,20	13-01-2017	1.315,6	20.817,0	6,3%	131,6	Sexta-feira
-	14-01-2017	1.315,6	20.817,0	6,3%	131,6	Sábado
-	15-01-2017	1.315,6	20.817,0	6,3%	131,6	Domingo
30.881,10	16-01-2017	1.597,7	27.744,0	5,8%	159,8	Segunda-feira
32.478,80	17-01-2017	1.603,6	29.041,0	5,5%	160,4	Terça-feira
-	18-01-2017	1.603,6	29.041,0	5,5%	160,4	Quarta-feira
35.685,90	19-01-2017	1.539,8	30.567,0	5,0%	154,0	Quinta-feira
37.225,70	20-01-2017	1.319,0	22.285,3	5,9%	131,9	Sexta-feira
-	21-01-2017	1.319,0	22.285,3	5,9%	131,9	Sábado
-	22-01-2017	1.319,0	22.285,3	5,9%	131,9	Domingo
41.182,60	23-01-2017	1.577,8	28.941,0	5,5%	157,8	Segunda-feira
42.760,40	24-01-2017	1.559,9	31.191,0	5,0%	156,0	Terça-feira
44.320,30	25-01-2017	1.594,2	31.485,0	5,1%	159,4	Quarta-feira
45.914,50	26-01-2017	1.638,2	29.956,0	5,5%	163,8	Quinta-feira
47.552,70	27-01-2017	1.323,9	22.952,0	5,8%	132,4	Sexta-feira
-	28-01-2017	1.323,9	22.952,0	5,8%	132,4	Sábado
-	29-01-2017	1.323,9	22.952,0	5,8%	132,4	Domingo
51.524,30	30-01-2017	1.464,7	28.686,0	5,1%	146,5	Segunda-feira
52.989,00	31-01-2017	1.531,3	29.774,0	5,1%	153,1	Terça-feira
54.520,30	01-02-2017	1.723,0	30.096,0	5,7%	172,3	Quarta-feira
56.243,30	02-02-2017	1.281,2	23.071,5	5,6%	128,1	Quinta-feira
-	03-02-2017	1.281,2	23.071,5	5,6%	128,1	Sexta-feira
-	04-02-2017	1.281,2	23.071,5	5,6%	128,1	Sábado
-	05-02-2017	1.281,2	23.071,5	5,6%	128,1	Domingo
61.368,20	06-02-2017	1.527,2	28.020,0	5,5%	152,7	Segunda-feira
62.895,40	07-02-2017	1.562,1	29.950,0	5,2%	156,2	Terça-feira
64.457,50	08-02-2017	1.700,0	30.529,0	5,6%	170,0	Quarta-feira
66.157,50	09-02-2017	1.712,3	30.702,0	5,6%	171,2	Quinta-feira

Registo do contador energético (kWh)	Data	Consumo energético da SC (kWh)	Consumo energético global da BWP (kWh)	Parcela associada ao consumo da SAC (%)	Custos associados à SC (euros)	Dia
67.869,80	10-02-2017	1.376,5	22.491,7	6,1%	137,7	Sexta-feira
-	11-02-2017	1.376,5	22.491,7	6,1%	137,7	Sábado
-	12-02-2017	1.376,5	22.491,7	6,1%	137,7	Domingo
71.999,40	13-02-2017	1.705,2	28.879,0	5,9%	170,5	Segunda-feira
73.704,60	14-02-2017	1.509,7	26.249,8	5,8%	151,0	Terça-feira
-	15-02-2017	1.509,7	26.249,8	5,8%	151,0	Quarta-feira
-	16-02-2017	1.509,7	26.249,8	5,8%	151,0	Quinta-feira
-	17-02-2017	1.509,7	26.249,8	5,8%	151,0	Sexta-feira
-	18-02-2017	1.509,7	26.249,8	5,8%	151,0	Sábado
-	19-02-2017	1.509,7	26.249,8	5,8%	151,0	Domingo
82.762,60	20-02-2017	1.727,5	29.339,0	5,9%	172,8	Segunda-feira
84.490,10	21-02-2017	1.743,6	30.850,0	5,7%	174,4	Terça-feira
86.233,70	22-02-2017	1.731,3	29.675,0	5,8%	173,1	Quarta-feira
87.965,00	23-02-2017	1.443,2	24.309,5	5,9%	144,3	Quinta-feira
-	24-02-2017	1.443,2	24.309,5	5,9%	144,3	Sexta-feira
-	25-02-2017	1.443,2	24.309,5	5,9%	144,3	Sábado
-	26-02-2017	1.443,2	24.309,5	5,9%	144,3	Domingo
-	27-02-2017	1.443,2	24.309,5	5,9%	144,3	Segunda-feira
-	28-02-2017	1.443,2	24.309,5	5,9%	144,3	Terça-feira
-	01-03-2017	1.443,2	24.309,5	5,9%	144,3	Quarta-feira
-	02-03-2017	1.443,2	24.309,5	5,9%	144,3	Quinta-feira
99.510,60	03-03-2017	1.423,3	21.828,3	6,5%	142,3	Sexta-feira
-	04-03-2017	1.423,3	21.828,3	6,5%	142,3	Sábado
-	05-03-2017	1.423,3	21.828,3	6,5%	142,3	Domingo
103.780,60	06-03-2017	1.630,3	29.183,0	5,6%	163,0	Segunda-feira
105.410,90	07-03-2017	1.701,9	30.703,0	5,5%	170,2	Terça-feira
107.112,80	08-03-2017	1.768,7	30.625,0	5,8%	176,9	Quarta-feira
108.881,50	09-03-2017	1.687,1	30.587,0	5,5%	168,7	Quinta-feira
110.568,60	10-03-2017	1.401,3	24.009,8	5,8%	140,1	Sexta-feira
-	11-03-2017	1.401,3	24.009,8	5,8%	140,1	Sábado
-	12-03-2017	1.401,3	24.009,8	5,8%	140,1	Domingo
-	13-03-2017	1.401,3	24.009,8	5,8%	140,1	Segunda-feira
116.173,60	14-03-2017	1.798,3	30.860,0	5,8%	179,8	Terça-feira
-	15-03-2017	1.798,3	30.860,0	5,8%	179,8	Quarta-feira
119.770,10	16-03-2017	1.840,9	31.179,0	5,9%	184,1	Quinta-feira
121.611,00	17-03-2017	1.409,0	22.439,3	6,3%	140,9	Sexta-feira
	18-03-2017	1.409,0	22.439,3	6,3%	140,9	Sábado
	19-03-2017	1.409,0	22.439,3	6,3%	140,9	Domingo
125.838,00	20-03-2017	1.649,8	29.471,0	5,6%	165,0	Segunda-feira
127.487,80	21-03-2017	1.685,3	28.936,0	5,8%	168,5	Terça-feira
129.173,10	22-03-2017	1.716,3	30.908,5	5,6%	171,6	Quarta-feira
-	23-03-2017	1.716,3	30.908,5	5,6%	171,6	Quinta-feira
132.605,80	24-03-2017	1.469,8	24.131,5	6,1%	147,0	Sexta-feira
-	25-03-2017	1.469,8	24.131,5	6,1%	147,0	Sábado
-	26-03-2017	1.469,8	24.131,5	6,1%	147,0	Domingo
-	27-03-2017	1.469,8	24.131,5	6,1%	147,0	Segunda-feira
138.484,90	28-03-2017	1.807,7	31.238,0	5,8%	180,8	Terça-feira

Registo do contador energético (kWh)	Data	Consumo energético da SC (kWh)	Consumo energético global da BWP (kWh)	Parcela associada ao consumo da SAC (%)	Custos associados à SC (euros)	Dia
140.292,60	29-03-2017	1.669,1	30.531,0	5,5%	166,9	Quarta-feira
141.961,70	30-03-2017	1.681,5	29.029,0	5,8%	168,2	Quinta-feira
143.643,20	31-03-2017	1.373,8	21.582,7	6,4%	137,4	Sexta-feira
-	01-04-2017	1.373,8	21.582,7	6,4%	137,4	Sábado
-	02-04-2017	1.373,8	21.582,7	6,4%	137,4	Domingo
147.764,60	03-04-2017	1.718,1	28.575,0	6,0%	171,8	Segunda-feira
149.482,70	04-04-2017	1.749,1	30.015,0	5,8%	174,9	Terça-feira
151.231,80	05-04-2017	1.616,5	30.467,0	5,3%	161,7	Quarta-feira
152.848,30	06-04-2017	1.695,6	30.886,0	5,5%	169,6	Quinta-feira
154.543,90	07-04-2017	1.406,5	30.729,0	4,6%	140,6	Sexta-feira
-	08-04-2017	1.406,5	22.487,0	6,3%	140,6	Sábado
-	09-04-2017	1.406,5	18.592,0	7,6%	140,6	Domingo
158.763,30	10-04-2017	1.754,3	31.091,0	5,6%	175,4	Segunda-feira
160.517,60	11-04-2017	1.754,6	31.853,0	5,5%	175,5	Terça-feira
162.272,20	12-04-2017	1.861,9	31.371,0	5,9%	186,2	Quarta-feira
164.134,10	13-04-2017	957,4	15.052,8	6,4%	95,7	Quinta-feira
-	14-04-2017	957,4	15.052,8	6,4%	95,7	Sexta-feira
-	15-04-2017	957,4	15.052,8	6,4%	95,7	Sábado
-	16-04-2017	957,4	15.052,8	6,4%	95,7	Domingo
-	17-04-2017	957,4	15.052,8	6,4%	95,7	Segunda-feira
168.921,20	18-04-2017	1.695,8	28.496,0	6,0%	169,6	Terça-feira
-	19-04-2017	1.695,8	28.496,0	6,0%	169,6	Quarta-feira
172.312,80	20-04-2017	1.521,0	25.376,8	6,0%	152,1	Quinta-feira
-	21-04-2017	1.521,0	25.376,8	6,0%	152,1	Sexta-feira
-	22-04-2017	1.521,0	25.376,8	6,0%	152,1	Sábado
-	23-04-2017	1.521,0	25.376,8	6,0%	152,1	Domingo
-	24-04-2017	1.521,0	25.376,8	6,0%	152,1	Segunda-feira
-	25-04-2017	1.521,0	25.376,8	6,0%	152,1	Terça-feira
181.438,70	26-04-2017	1.709,5	27.969,0	6,1%	171,0	Quarta-feira
183.148,20	27-04-2017	1.726,1	29.011,0	5,9%	172,6	Quinta-feira
184.874,30	28-04-2017	1.268,1	19.066,0	6,7%	126,8	Sexta-feira
-	29-04-2017	1.268,1	19.066,0	6,7%	126,8	Sábado
-	30-04-2017	1.268,1	19.066,0	6,7%	126,8	Domingo
	01-05-2017	1.268,1	19.066,0	6,7%	126,8	Segunda-feira
189.946,80	02-05-2017	1.828,9	28.344,0	6,5%	182,9	Terça-feira
191.775,70	03-05-2017	1.903,5	30.566,0	6,2%	190,4	Quarta-feira
193.679,20	04-05-2017	1.786,2	30.869,0	5,8%	178,6	Quinta-feira
195.465,40	05-05-2017	1.428,3	21.346,7	6,7%	142,8	Sexta-feira
-	06-05-2017	1.428,3	21.346,7	6,7%	142,8	Sábado
-	07-05-2017	1.428,3	21.346,7	6,7%	142,8	Domingo
199.750,40	08-05-2017	1.781,4	28.328,0	6,3%	178,1	Segunda-feira
201.531,80	09-05-2017	1.845,6	30.193,0	6,1%	184,6	Terça-feira
203.377,40	10-05-2017	1.648,2	27.316,3	6,0%	164,8	Quarta-feira
-	11-05-2017	1.648,2	27.316,3	6,0%	164,8	Quinta-feira
-	12-05-2017	1.648,2	27.316,3	6,0%	164,8	Sexta-feira
-	13-05-2017	1.648,2	27.316,3	6,0%	164,8	Sábado
-	14-05-2017	1.648,2	27.316,3	6,0%	164,8	Domingo

Registo do contador energético (kWh)	Data	Consumo energético da SC (kWh)	Consumo energético global da BWP (kWh)	Parcela associada ao consumo da SAC (%)	Custos associados à SC (euros)	Dia
-	15-05-2017	1.648,2	27.316,3	6,0%	164,8	Segunda-feira
-	16-05-2017	1.648,2	27.316,3	6,0%	164,8	Terça-feira
-	17-05-2017	1.648,2	27.316,3	6,0%	164,8	Quarta-feira
216.562,70	18-05-2017	1.811,6	29.724,0	6,1%	181,2	Quinta-feira
218.374,30	19-05-2017	1.499,5	23.317,3	6,4%	150,0	Sexta-feira
-	20-05-2017	1.499,6	23.317,3	6,4%	150,0	Sábado
-	21-05-2017	1.499,6	23.317,3	6,4%	150,0	Domingo
-	22-05-2017	1.499,5	23.317,3	6,4%	150,0	Segunda-feira
224.372,50	23-05-2017	1.833,7	30.824,0	5,9%	183,4	Terça-feira
226.206,20	24-05-2017	1.844,0	30.978,5	6,0%	184,4	Quarta-feira
-	25-05-2017	1.843,9	30.978,5	6,0%	184,4	Quinta-feira
229.894,10	26-05-2017	1.373,1	21.091,0	6,5%	137,3	Sexta-feira
-	27-05-2017	1.373,1	21.091,0	6,5%	137,3	Sábado
-	28-05-2017	1.373,1	21.091,0	6,5%	137,3	Domingo
234.013,30	29-05-2017	1.916,2	28.890,0	6,6%	191,6	Segunda-feira
235.929,50	30-05-2017	1.842,4	31.959,0	5,8%	184,2	Terça-feira
237.771,90	31-05-2017	1.827,3	31.584,0	5,8%	182,7	Quarta-feira
239.599,20	01-06-2017	-	-	-	-	Quinta-feira

Anexo D – Checklist manutenção do 1º nível



		CHECKLIST MANUTENÇÃO DO 1º NÍVEL												
EQUIPAMENTO TIPO		DESCRIÇÃO		EQUIPAMENTO Nº		LOCAL		DOCUMENTAÇÃO				Para assinar a realização das tarefas abaixo usar o Plano de Manutenção do 1º nível: M:\val\IDepartamento\MSV\Arvore\MS\Facility Management\EQUIPAMENTOS\INVENTARIO\CHECKLIST'S		
COMPRESSOR 1		R90h Nirvana VSD		UCV1003265		SALA DE COMPRESSORES						VERIF. 1 _____ VERIF. 2 _____ DATA VERIF. 2 _____		
COMPRESSOR 2		R90h Nirvana VSD		UCV1003266								X = OK X = NOK		
SECADOR		D1300EC-A		14M-004431								LETRAS MANUTENÇÃO PREDITIVA _____ FERRAMENTAS ESPECIAIS / MATERIAIS / NOTAS _____ VERIF. 1 _____ VERIF. 2 _____ DATA VERIF. 2 _____		
ITEM #	EQUIPAMENTO	TAREFAS - A - EXECUTAR	FREQUENCIA	USURIAÇÃO	ESTADO DO EQUIPAMENTO	TIPO	PROCEDIMENTO / TAREFA	DURAÇÃO ESTIMADA EQUIPAMENTO (MINUTOS)	DURAÇÃO ESTIMADA DA PREVENÇÃO INCR (EQUIPAMENTO) (MINUTOS)	LETRAS MANUTENÇÃO PREDITIVA	FERRAMENTAS ESPECIAIS / MATERIAIS / NOTAS	VERIF. 1	VERIF. 2	DATA VERIF. 2
1	COMPRESSOR 1	CONFIRMAR QUE NÃO EXISTEM MATERIAS COMBUSTIVEIS JUNTO DO EQUIPAMENTO	DIARIO		M	M		2			Verificar conexões e abasos			
2	COMPRESSOR 1	VERIFICAR SE EXISTEM FUGAS DE GELÓ	DIARIO		M	M		5			(Figura 1)			
3	COMPRESSOR 1	CONFIRMAR NÍVEL DE REFRIGERANTE	DIARIO		M	M		1			(Figura 2)			
4	COMPRESSOR 1	CONFIRMAR CORRECTA DRENAGEM DO CONDENSADO	DIARIO		M	M		2			(Figura 4)			
5	COMPRESSOR 1	CONFIRMAR NO PAINEL SE EXISTEM INDICAÇÕES DE SERVIÇO	DIARIO		M	M		2			(Figura 7)			
6	COMPRESSOR 1	VERIFICAR ESTADO PRE-FILTRO	DIARIO		M	M		1	20		(Figura 3 e 4)			
7	COMPRESSOR 1	VERIFICAR SE A HORA DA PRÓXIMA REVISÃO ESTÁ EMBENTE. NO CASO DE ACONTECER AVISAR SERVIÇO TÉCNICO DA VISUEX	DIARIO		M	M		1			(POSSÍVEIS FUGAS, DERRAMAMES, CHEIROS)			
8	COMPRESSOR 1	VERIFICAR O ESTADO DE TODOS OS EQUIPAMENTOS DA SALA	DIARIO		M	M		2			(Figura 5)			
9	COMPRESSOR 1	CONFIRMAR QUE TODAS AS PORTAS ESTÃO DEVIDAMENTE FECHADAS	DIARIO		M	M		1			(Figura 6)			
10	COMPRESSOR 1	CONFIRMAR CORRECTA DRENAGEM DO CONDENSADO	DIARIO		M	M		1			(Figura 10)			
11	COMPRESSOR 1	VERIFICAR QUE LED DO SÍMBOLO GELO ESTÁ ACTIVO	DIARIO		M	M		1			(Figura 8)			
12	COMPRESSOR 1	CONFIRMAR NÍVEL SEGURO DO BÍDÃO DE CONDENSADOS	DIARIO		M	M		1			(Figura 9)			
13	COMPRESSOR 1	INSPECIONAR FILTROS DO QUADRÓ ELÉCTRICO SUBSTITUIR SE NECESSÁRIO	SEMANAL		M	M		10			(Figura 7)			
14	COMPRESSOR 1	INSPECIONAR RÁDIO/CCR LIMPAR CASO NECESSÁRIO	SEMANAL		P	P		10	30					
15	COMPRESSOR 1	LIMPAR FILTRO DA PORTA	SEMANAL		P	P		10						
HORAS DE PRODUÇÃO				CICLOS		TEMPO DE INTERVENÇÃO ESTIMADA		60		TEMPO DE INTERVENÇÃO REAL		VALIDAÇÃO DO RESPONSÁVEL		
OBSERVAÇÕES										NOME _____		NOME _____		
MANTER SEMPRE 0.7 bar DE DIFERENÇA ENTRE A PRESSÃO ALVO E A PARAGEM AUTOMÁTICA										Nº _____		Nº _____		
ALTERAR ACTIVIDADE DOS COMPRESSORES TODAS AS 151 HORAS										ASS _____		ASS _____		
MANTER PRESSÃO ALVO 0M4 bar E PARAGEM AUTOMÁTICA ENV.1 bar → COMPRESSOR 1														
MANTER PRESSÃO ALVO 0M4 bar E PARAGEM AUTOMÁTICA ENV.2 bar → COMPRESSOR 2														
NOTA: SE A DURAÇÃO ESTIPULADA PARA CADA INTERVENÇÃO FOR ULTRAPASSADA, É FAVOR ASSELMAR E QUANTIFICAR.														



FIG. 1



FIG. 2

PULSAR BOTÃO DE TESTE



FIG. 3



FIG. 4



FIG. 5



FIG. 6



FIG. 7



FIG. 8

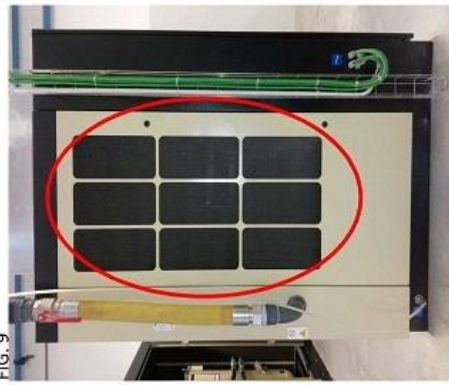


FIG. 9



FIG. 10

Anexo E – Chapas de características dos compressores

Os compressores possuem as mesmas características, a diferença entre as suas chapas de características são parâmetros de série.

Anexo E.1 – Chapa de características do compressor

IR Ingersoll Rand
Industrial Technologies

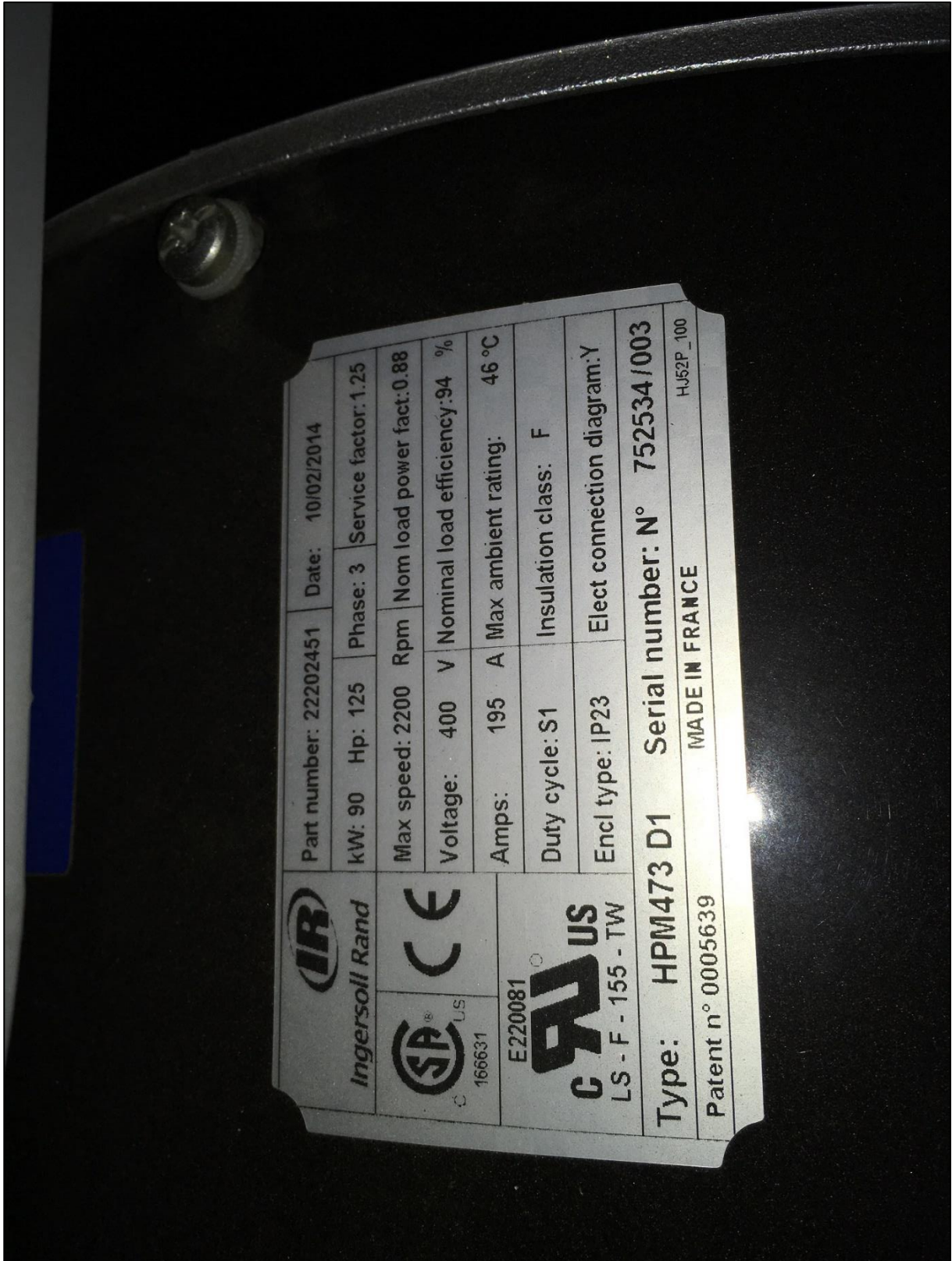
MACHINE MODEL	R90N-A10.0
SERIAL NUMBER	UCV1003266
MAX ALLOWABLE WORKING PRESSURE (BAR)	10.0
INPUT SHAFT POWER (kW)	90
MOTOR/ENGINE SPEED (rev/min)	1459
GROSS MASS (kg)	2060
VOLTS	380-480
PHASE /Hz	3/50-60
YEAR OF MANUFACTURE	2014

CE

INGERSOLL-RAND
AIRSIDE BUSINESS PARK
170-175 LAKEVIEW DRIVE
SWORDS, Co. DUBLIN
IRELAND

93176915 G

Anexo E.2 – Chapa de características do motor elétrico



Anexo F – Registo diário do desempenho dos compressores

Nota informativa: Os dados que se encontram em *itálico* correspondem à média diária de vários dias sem registo do contador energético do equipamento.

Data	Média da Unidade (kW/h)	Capacidade Média (%)	Capacidade Média (m³/min)	Consumo Energético (kWh)
01-01-17	11	10,8%	1,9	260,2
02-01-17	55	55,3%	9,9	1.326,0
03-01-17	63	63,0%	11,3	1.511,0
04-01-17	72	71,6%	12,9	1.719,0
05-01-17	51	50,5%	9,1	1.212,3
06-01-17	51	50,5%	9,1	1.212,3
07-01-17	51	50,5%	9,1	1.212,3
08-01-17	51	50,5%	9,1	1.212,3
09-01-17	66	66,4%	11,9	1.594,0
10-01-17	64	63,6%	11,4	1.526,0
11-01-17	70	70,2%	12,6	1.684,0
12-01-17	68	68,4%	12,3	1.642,0
13-01-17	47	46,6%	8,4	1.118,7
14-01-17	47	46,6%	8,4	1.118,7
15-01-17	47	46,6%	8,4	1.118,7
16-01-17	65	65,2%	11,7	1.565,0
17-01-17	64	63,9%	11,5	1.533,0
18-01-17	64	63,9%	11,5	1.533,0
19-01-17	63	62,8%	11,3	1.508,0
20-01-17	35	34,6%	6,2	830,7
21-01-17	35	34,6%	6,2	830,7
22-01-17	35	34,6%	6,2	830,7
23-01-17	65	64,6%	11,6	1.551,0
24-01-17	64	64,4%	11,6	1.545,0
25-01-17	65	65,4%	11,7	1.570,0
26-01-17	68	67,8%	12,2	1.626,0
27-01-17	41	40,6%	7,3	974,3
28-01-17	41	40,6%	7,3	974,3
29-01-17	41	40,6%	7,3	974,3
30-01-17	59	59,0%	10,6	1.415,0
31-01-17	58	58,3%	10,5	1.400,0
01-02-17	70	70,2%	12,6	1.685,0
02-02-17	44	44,4%	8,0	1.065,3
03-02-17	44	44,4%	8,0	1.065,3
04-02-17	44	44,4%	8,0	1.065,3
05-02-17	44	44,4%	8,0	1.065,3
06-02-17	62	62,3%	11,2	1.496,0








Data	Média da Unidade (kW/h)	Capacidade Média (%)	Capacidade Média (m³/min)	Consumo Energético (kWh)
07-02-17	65	64,6%	11,6	1.551,0
08-02-17	70	70,3%	12,6	1.687,0
09-02-17	71	70,9%	12,7	1.702,0
10-02-17	48	48,4%	8,7	1.162,7
11-02-17	48	48,4%	8,7	1.162,7
12-02-17	48	48,4%	8,7	1.162,7
13-02-17	70	69,8%	12,5	1.676,0
14-02-17	60	60,4%	10,8	1.450,0
15-02-17	60	60,4%	10,8	1.450,0
16-02-17	60	60,4%	10,8	1.450,0
17-02-17	60	60,4%	10,8	1.450,0
18-02-17	60	60,4%	10,8	1.450,0
19-02-17	60	60,4%	10,8	1.450,0
20-02-17	70	70,3%	13,0	1.507,0
21-02-17	71	70,9%	13,1	1.712,0
22-02-17	71	70,8%	13,1	1.704,0
23-02-17	48	48,5%	8,7	1.163,3
24-02-17	48	48,5%	8,7	1.163,3
25-02-17	48	48,5%	8,7	1.163,3
26-02-17	48	48,5%	8,7	1.163,3
27-02-17	48	48,5%	8,7	1.163,3
28-02-17	48	48,5%	8,7	1.163,3
01-03-17	48	48,5%	8,7	1.163,3
02-03-17	48	48,5%	8,7	1.163,3
03-03-17	52	52,2%	9,4	1.251,7
04-03-17	52	52,2%	9,4	1.251,7
05-03-17	52	52,2%	9,4	1.251,7
06-03-17	72	72,3%	13,4	1.565,0
07-03-17	71	71,6%	13,2	1.658,0
08-03-17	73	72,8%	13,5	1.731,0
09-03-17	70	70,0%	12,9	1.649,0
10-03-17	51	50,6%	9,1	1.215,5
11-03-17	51	50,6%	9,1	1.215,5
12-03-17	51	50,6%	9,1	1.215,5
13-03-17	51	50,6%	9,1	1.215,5
14-03-17	74	74,1%	13,3	1.778,5
15-03-17	74	74,1%	13,3	1.778,5
16-03-17	72	72,8%	13,5	1.800,0
17-03-17	49	49,4%	8,9	1.185,0
18-03-17	49	49,4%	8,9	1.185,0
19-03-17	49	49,4%	8,9	1.185,0
20-03-17	68	68,5%	12,7	1.631,0
21-03-17	68	68,8%	12,7	1.665,0


Data	Média da Unidade (kW/h)	Capacidade Média (%)	Capacidade Média (m³/min)	Consumo Energético (kWh)
22-03-17	71	70,6%	12,7	1.695,5
23-03-17	71	70,6%	12,7	1.695,5
24-03-17	55	55,2%	9,9	1.324,5
25-03-17	55	55,2%	9,9	1.324,5
26-03-17	55	55,2%	9,9	1.324,5
27-03-17	55	55,2%	9,9	1.324,5
28-03-17	73	73,1%	13,5	1.768,0
29-03-17	69	69,2%	12,8	1.632,0
30-03-17	69	69,0%	12,7	1.643,0
31-03-17	49	49,3%	8,9	1.183,3
01-04-17	49	49,3%	8,9	1.183,3
02-04-17	49	49,3%	8,9	1.183,3
03-04-17	71	71,6%	13,2	1.692,0
04-04-17	71	71,3%	13,2	1.723,0
05-04-17	68	68,1%	12,6	1.583,0
06-04-17	68	68,4%	12,6	1.660,0
07-04-17	50	49,7%	8,9	1.191,7
08-04-17	50	49,7%	8,9	1.191,7
09-04-17	50	49,7%	8,9	1.191,7
10-04-17	72	72,4%	13,4	1.709,0
11-04-17	72	72,2%	13,3	1.708,0
12-04-17	76	76,0%	14,0	1.820,0
13-04-17	22	21,9%	3,9	524,6
14-04-17	22	21,9%	3,9	524,6
15-04-17	22	21,9%	3,9	524,6
16-04-17	22	21,9%	3,9	524,6
17-04-17	22	21,9%	3,9	524,6
18-04-17	69	69,3%	12,4	1.664,0
19-04-17	69	69,3%	12,4	1.664,0
20-04-17	46	45,6%	8,2	1.094,2
21-04-17	46	45,6%	8,2	1.094,2
22-04-17	46	45,6%	8,2	1.094,2
23-04-17	46	45,6%	8,2	1.094,2
24-04-17	46	45,6%	8,2	1.094,2
25-04-17	46	45,6%	8,2	1.094,2
26-04-17	69	69,8%	12,9	1.672,0
27-04-17	73	72,9%	13,5	1.695,0
28-04-17	43	42,6%	7,7	1.023,5
29-04-17	43	42,6%	7,7	1.023,5
30-04-17	43	42,6%	7,7	1.023,5
01-05-17	43	42,6%	7,7	1.023,5
02-05-17	75	75,7%	14,0	1.798,0
03-05-17	77	77,7%	14,4	1.874,0

Data	Média da Unidade (kW/h)	Capacidade Média (%)	Capacidade Média (m³/min)	Consumo Energético (kWh)
04-05-17	74	74,1%	13,7	1.759,0
05-05-17	51	50,6%	9,1	1.213,7
06-05-17	51	50,6%	9,1	1.213,7
07-05-17	51	50,6%	9,1	1.213,7
08-05-17	73	73,1%	13,5	1.745,0
09-05-17	75	75,2%	13,9	1.808,0
10-05-17	46	46,0%	8,3	1.104,0
11-05-17	46	46,0%	8,3	1.104,0
12-05-17	46	46,0%	8,3	1.104,0
13-05-17	46	46,0%	8,3	1.104,0
14-05-17	46	46,0%	8,3	1.104,0
15-05-17	46	46,0%	8,3	1.104,0
16-05-17	46	46,0%	8,3	1.104,0
17-05-17	46	46,0%	8,3	1.104,0
18-05-17	74	74,0%	13,7	1.778,0
19-05-17	54	54,2%	9,7	1.301,5
20-05-17	54	54,2%	9,7	1.301,5
21-05-17	54	54,2%	9,7	1.301,5
22-05-17	54	54,2%	9,7	1.301,5
23-05-17	75	74,7%	13,8	1.776,0
24-05-17	75	74,9%	13,4	1.797,0
25-05-17	75	74,9%	13,4	1.797,0
26-05-17	46	46,3%	8,3	1.110,7
27-05-17	46	46,3%	8,3	1.110,7
28-05-17	46	46,3%	8,3	1.110,7
29-05-17	79	78,9%	14,5	1.889,0
30-05-17	77	77,4%	14,3	1.814,0
31-05-17	75	75,6%	14,0	1.797,0

Anexo G – Procedimento de alternância de funcionamento do compressor e secador

PROCEDIMENTO DE ALTERNÂNCIA DE FUNCIONAMENTO DE "COMPRESSOR+SECADOR"

- Ligar o secador que está em estado "OFF".**
 - Pressionar o botão "on/off" até que o painel deixe de indicar o estado "OFF".
 - Aguardar que o indicador de temperatura (vermelho) atinga os 3,0°C.
- Abrir as válvulas do secador que se pretende activar.**
 - Inicialmente abrir a válvula de entrada de ar (1) e posteriormente a válvula de saída de ar (2).
- Fechar as válvulas do secador que se pretende desactivar.**
 - Inicialmente fechar a válvula de saída de ar (1) e posteriormente a válvula de entrada de ar (2).
- Colocar o outro secador em estado "OFF".**
 - Pressionar o botão "on/off" no painel de controlo até o ecrã indicar o estado "OFF".
- Alterar os parâmetros do compressor em standby.**
 - Definir "Pressão Alvo" a 6,4 bar.
 - Definir "Paragem Automática" a 7,0.
- Alterar parâmetros do compressor em funcionamento**
 - Definir "Pressão Alvo" a 6,0 bar.
 - Definir "Paragem Automática" a 6,4.
- Verificar que os compressores se encontra no correcto estado de funcionamento**
 - O compressor em funcionamento deverá o estado de "Carga".
 - O compressor em repouso deverá indicar o estado de "Auto-Arranque".

 BorgWarner

Anexo H – Plano de manutenção dos compressores

60513.08.02

PT

MANUTENÇÃO COMPRESSOR DE AR

■ Solicitações de Manutenção

O aviso de serviço e o LED intermitente são exibidos em intervalos regulares, dependendo do nível de serviço seleccionado. Consulte o manual de Informação do Produto para informações sobre as configurações do nível de serviço.

■ Tabela de Manutenção

A manutenção deve ser executada de acordo com as recomendações abaixo com a seguinte prioridade: (1) Efectuar a manutenção quando indicado pelo controlador; (2) Efectuar a manutenção ao longo de intervalos horários ou de intervalos de manutenção calendarizados, ou (3) Anualmente.

Tabela 1: Tabela de manutenção

Período	Ação	Item de Manutenção
Quando indicado pelo controlador	Substituir	Elemento do filtro de ar
	Substituir	Elemento do filtro do refrigerante
	Substituir	Elemento separador
Diariamente	Verificar	Conexões e mangueiras para fugas
	Verificar	Nível de refrigerante
	Verificar	Operação de drenagem de condensação
	Verificar	Controlador para indicadores de serviço
	Verificar	Pré-filtro de embalagem para bloqueio
Mensalmente	Inspeccionar	Sistema de arrefecimento sequencial refrigerado a ar para bloqueio
	Inspeccionar	Ecrãs de sistema de refrigeração sequencial refrigerado a água
	Inspeccionar	Elemento do filtro do módulo do comando eléctrico (MCE) da caixa do arrancador
	Analisar	Água do Sistema de refrigeração sequencial refrigerado a água
A cada 500 hrs	Analisar	Refrigerante de qualidade alimentar
A cada 1000 hrs	Substituir	Refrigerante de qualidade alimentar (se não estiver a usar o módulo do filtro de qualidade alimentar)
	Substituir	Filtro do refrigerante de qualidade alimentar (se não estiver a usar o módulo do filtro de qualidade alimentar)
A cada 2000 hrs ou 3 Meses	Inspeccionar	Elemento do filtro de ar
	Inspeccionar	Elemento do filtro do refrigerante
	Inspeccionar	Elemento do filtro do módulo do comando eléctrico (MCE) da caixa do arrancador
	Substituir	Refrigerante de qualidade alimentar (se estiver a usar o módulo do filtro de qualidade alimentar)
	Substituir	Módulo do filtro de qualidade alimentar
	Analisar	Casquilho de impulso de choque
	Analisar	Refrigerante
A cada 4000 hrs ou 6 Meses	Inspeccionar	Limpar ecrã para bloqueio
	Substituir	Elemento do filtro de ar
	Substituir	Elemento do filtro do refrigerante
	Substituir	Elemento do filtro do módulo do comando eléctrico (MCE) da caixa do arrancador
	Substituir	Embalar elemento do pré-filtro
	Limpar	Sistema de refrigeração sequencial arrefecido a ar
	Inspeccionar / Limpar	Sistema de refrigeração sequencial arrefecido a água
	Lubrificante	Todos os motores (como requerido)
	Calibrar	Transdutores de pressão
	Analisar	Refrigerante
	Analisar	Casquilho de impulso de choque
A cada 8000 hrs ou Anualmente	Substituir	Refrigerante padrão (8000 horas ou a cada dois anos)
	Substituir	Elemento separador
	Substituir	Módulo do serviço de drenagem sem perda de condensação
	Serviço (Assistência)	Kit de serviço da válvula de verificação de pressão mínima (VVPM)
	Serviço (Assistência)	Kit de serviço da válvula de entrada
	16000 horas	Substituir
Substituir		Pontas de contacto

NOTA

Inspeccione e substitua os elementos do filtro de refrigeração e os elementos do separador com mais frequência em ambientes de operação sujos.

NOTA

Leia a(s) placa(s) de informação do motor ou contacte o(s) fabricante(s) do motor para determinar os requisitos específicos de lubrificação. Para motores que requeiram lubrificação, lubrifique-os com mais frequência em ambientes rigorosos ou em condições ambientais mais altas.

Anexo I – Procedimento de controlo de energia (LOTO) dos compressores


Instrução Técnica de Controlo de Energia Procedimento de Controlo de Energia - Lockout					
Identificação do Equipamento:	BW 000371				PONTOS DE BLOQUEIO: 2
Tipo de Equipamento:	Compressor de Ar VSD				
Área/ Linha de Fabricação:	Sala de Compressores				
Equipamentos Associados:					
ADVERTÊNCIAS					
Esta máquina pode ter mais do que um tipo de fontes primárias de energia, incluindo eléctricas, hidráulicas, pneumáticas, etc.. Aplique o sistema Lockout em todas! Se a energia primária da máquina está associada a outras máquinas, Aplique o sistema Lockout em todas! Não efectue procedimentos de manutenção nesta máquina a menos que tenha recebido formação em ECPL (Lockout/Tagout) e compreenda os procedimentos descritos no Manual ECPL. Salvo indicações em contrário, para reiniciar a máquina, verifique que todos os dispositivos de segurança estão activos e que as protecções fixas encontram-se devidamente posicionadas. Caso tenha alguma dúvida, por favor dirija-se ao supervisor da área.					
<input type="checkbox"/> Indica o Ponto de Bloqueio Indica o Ponto de Acesso ou de Advertência ■ Eléctrica ■ Pneumático ■ Hidráulico ■ WCP ■ Temperatura					
Esta máquina tem várias formas de alimentação e desconecção					
Procedimento de Desconecção - Apenas os funcionários autorizados podem executar este procedimento					
#	Tipo / Fonte de Energia	Localização do Disp. de Isolamento	Local	Procedimento para acção de bloqueio de energias	Pontos de Verificação
1			QUADRO DA SALA DE COMPRESSORES	Notificar os técnicos afectos ao equipamento e o supervisor da área, que se vai iniciar um processo de bloqueio na máquina.	Posuir dois cadeados, duas etiquetas de técnico, um SB Nº 37, um SB Nº55, uma chave de 50mm e um multímetro.
2			COMPRESSOR PORTA 1 - PAINEL DE COMANDO	Verificar se o outro compressor (BW 000374) está configurado como máquina primária.	Documento "Gama Procedimento Troca Funcionamento Compressores".
3	Auxiliares	Tecla "OFF" Desligar	COMPRESSOR PORTA 1 - PAINEL DE COMANDO	Desligar o compressor, pressionando no painel de comando a tecla "OFF".	Verificar que os LEDs de "Pronto" e "Ciclo" apagaram (LED verde e LED azul).
4	Auxiliares	Botoneira de Emergência Activar	COMPRESSOR PORTA 1 - PAINEL DE COMANDO	Isolar a máquina de qualquer modo de operação, activando a botoneira de emergência.	Verificar que o LED de "Alerta" acendeu.
5	Ar Comprimido	■ P1.1 Bloquear	COMPRESSOR JUNTO A PORTA 8	Fechar a válvula da conduta de saída de ar comprimido (P1.1). Aplicar 1 Cadeado + 1 SB Nº55 + 1 Etiqueta de técnico.	Confirmar a aplicação eficaz do sistema de bloqueio.
6	Ar Comprimido		COMPRESSOR PORTA 7	Despressurizar o circuito pneumático no botão de "TEST" na válvula de descarga de condensados.	Verificar a ausência de pressão no ecrã do painel de comando (<1.0 bar).
7	Ar Comprimido		COMPRESSOR PORTA 3 - RESERVUÁRIO DE FLUIDO REFRIGERANTE	Com uma chave 50mm, abrir o tampão de enchimento lentamente, sem retirá-lo totalmente, para retirar pressão residual.	Verificar no ecrã do painel de comando que a pressão é de 0 bar.
8	Eléctrica	■ E1.1 Isolar	QUADRO ALIM. Q. COMP.	Aplicar 1 Cadeado + 1 SB Nº37 + 1 Etiqueta de técnico.	Confirmar a aplicação eficaz do sistema de bloqueio.
9	730 Vcc Eléctrica		COMPRESSOR PORTA 1	CUIDADO!!! Tensão residual nos condensadores do VSD. Aguardar 15 minutos.	Verificar, com o auxílio do multímetro, que a tensão nos terminais do transformador (L1, L2, L3) é de zero volts.
10			COMPRESSOR	ATENÇÃO!!! No interior do equipamento existem superfícies que podem causar queimaduras (estão assinaladas).	
Procedimento de Conexão - Apenas os funcionários autorizados podem executar este procedimento					
#	Tipo / Fonte de Energia	Localização do Disp. de Isolamento	Local	Procedimento para acção de desbloqueio de energias	Pontos de Verificação
1	Ar Comprimido		COMPRESSOR PORTA 3 - RESERVUÁRIO DE FLUIDO REFRIGERANTE	Com uma chave 50mm, fechar totalmente o tampão de enchimento.	Verificar que o tampão se encontra totalmente fechado.
2	Eléctrica	■ E1.1 Activar	QUADRO ALIM. Q. COMP.	Retirar 1 Cadeado + 1 SB Nº37 + 1 Etiqueta de técnico.	Aguardar que o compressor inicie.
3	Auxiliares	Botoneira de Emergência Desactivar	COMPRESSOR PORTA 1 - PAINEL DE COMANDO	Colocar a máquina disponível para funcionamento, desactivando a botoneira de emergência e de seguida pressionar a tecla "Alerta".	Verificar que o LED de "Alerta" apagou.
4	Auxiliares	Tecla "ON" Ligar	COMPRESSOR PORTA 1 - PAINEL DE COMANDO	Ligar o compressor, pressionando no painel de comando a tecla "ON".	Verificar que os LEDs de "Pronto" e "Ciclo" acenderam. (LED verde e LED azul).
5	Ar Comprimido	■ P1.1 Desbloquear	COMPRESSOR JUNTO A PORTA 8	Retirar 1 Cadeado + 1 SB Nº55 + Etiqueta de técnico. Abrir, lentamente, a válvula da conduta de saída de ar comprimido (P1.1).	
6			COMPRESSOR PORTA 1 - PAINEL DE COMANDO	Verificar se os setpoints do compressor estão corretamente definidos.	Documento "Gama Procedimento Troca Funcionamento Compressores".

Validado por: _____
Date: ____/____/____

Preparado por: _____
Date: ____/____/____

Anexo J – Chapa de características dos secadores


Code: **08S.1300.G0.00B1MK.3190**



P.lot: **316046**


Ccn: **23911498**

14M-004431



D1300EC-A 3"G 400/3/50 NO LOSS
BLACK-BEIGE

COUNTRY OF ORIGIN: ITALY



Ingersoll Rand

Manufactured in
Fogliano Redipuglia (GO)
Via dell' Artigianato, 34
34070 ITALY

CE
0474

MODEL MODELLO MODELL MODELO MODELE	D1300EC-A	NOISE PRESS PRESS ACUST SCHALLDRUCK PRES SONORA PRES DE BRUIT	78 dB (A)
SERIAL NUM NO. DI SERIE SERIENNUMM MATRICULA N° DE SERIE	14M-004431	MAX IN TEMP TEMP MAX INGR MAX ENTR TEMP TEMP MAX ENT	+5 / 60°C
AIR FLOW PORTATA FORDEIRLEIST CAPACIDAD DEBIT	21667 l/min	MAX AMBI TEMP TEMP MAX AMB MAX UMGEBUNGSTEMP TEMP AMB MAX MAX TEMP AMB	+2 / 45 °C
COOLANT REFRIGERANTE KÜHLFLÜSSIGK. REFRIGERANTE FLUID	R407C-4,40 Kg	MAX IN PRESS PRESS MAX INGR MAX DRUCK EIN PRES ENTR MAX PRES ENTR MAX	13 bar
POWER SUPPLY ALIMENTAZIONE STROM ALIMENTACION ALIMENTATION	400/3/50 5,02KW	MAX COOL PRES PRESS MAX REF MAX DRUCK EIN MAX PRES REF PRES FLUID MAX	LP/HP 18/29bar

GB: Hermetically sealed. Contains fluorinated greenhouse gases covered under the Kyoto Protocol. IT: Ermeticamente sigillato. Contiene gas fluorurati ad effetto serra disciplinati dal Protocollo di Kyoto. DE: Hermetisch dicht. Enthält vom Kyoto-Protokoll erfasste fluorierte Treibhausgase. ES: Sellado hermético. Contiene gases fluorados de efecto invernadero regulados por el Protocolo de Kyoto. FR: Hermétiquement scellé. Contient des gaz à effet de serre fluorés visés par le Protocole de Kyoto.

08S.1300.G0.00B1MK.3190 23911498
 MANUFACTURED BY OMI S.R.L. Via Dell' Artigianato, 34 34070 FOGLIANO REDIPUGLIA (GO) - ITALY 2014

Anexo K – Registo diário do consumo energético dos secadores e outros equipamentos.

Nota informativa: Os dados que se encontram em *itálico* correspondem à média diária de vários dias sem registo do contador energético do equipamento.

Data	Consumo (kWh)	Data	Consumo (kWh)	Data	Consumo (kWh)
01-01-17	730,15	05-02-17	215,97	12-03-17	185,75
02-01-17	110,00	06-02-17	31,20	13-03-17	185,75
03-01-17	29,40	07-02-17	11,10	14-03-17	19,75
04-01-17	36,30	08-02-17	13,00	15-03-17	19,75
05-01-17	230,53	09-02-17	10,30	16-03-17	40,90
06-01-17	230,53	10-02-17	213,87	17-03-17	224,00
07-01-17	230,53	11-02-17	213,87	18-03-17	224,00
08-01-17	230,52	12-02-17	213,87	19-03-17	224,00
09-01-17	30,70	13-02-17	29,20	20-03-17	18,80
10-01-17	16,70	14-02-17	59,67	21-03-17	20,30
11-01-17	18,90	15-02-17	59,67	22-03-17	20,85
12-01-17	15,60	16-02-17	59,67	23-03-17	20,85
13-01-17	196,97	17-02-17	59,67	24-03-17	145,27
14-01-17	196,97	18-02-17	59,67	25-03-17	145,27
15-01-17	196,97	19-02-17	59,67	26-03-17	145,28
16-01-17	32,70	20-02-17	220,50	27-03-17	145,27
17-01-17	70,55	21-02-17	31,60	28-03-17	39,70
18-01-17	70,55	22-02-17	27,30	29-03-17	37,10
19-01-17	31,80	23-02-17	279,95	30-03-17	38,50
20-01-17	488,30	24-02-17	279,95	31-03-17	190,47
21-01-17	488,30	25-02-17	279,95	01-04-17	190,47
22-01-17	488,30	26-02-17	279,95	02-04-17	190,47
23-01-17	26,80	27-02-17	279,95	03-04-17	26,10
24-01-17	14,90	28-02-17	279,95	04-04-17	26,10
25-01-17	24,20	01-03-17	279,95	05-04-17	33,50
26-01-17	12,20	02-03-17	279,95	06-04-17	35,60
27-01-17	349,53	03-03-17	171,66	07-04-17	214,80
28-01-17	349,53	04-03-17	171,66	08-04-17	214,80
29-01-17	349,53	05-03-17	171,66	09-04-17	214,80
30-01-17	49,70	06-03-17	65,30	10-04-17	45,30
31-01-17	131,30	07-03-17	43,90	11-04-17	46,60
01-02-17	38,00	08-03-17	37,70	12-04-17	41,90
02-02-17	215,97	09-03-17	38,10	13-04-17	432,82
03-02-17	215,97	10-03-17	185,75	14-04-17	432,82
04-02-17	215,97	11-03-17	185,75	15-04-17	432,82
16-04-17	432,82	02-05-17	30,90	18-05-17	33,60
17-04-17	432,82	03-05-17	29,50	19-05-17	198,05

Data	Consumo (kWh)	Data	Consumo (kWh)	Data	Consumo (kWh)
18-04-17	31,80	04-05-17	27,20	20-05-17	198,05
19-04-17	31,80	05-05-17	214,67	21-05-17	198,05
20-04-17	426,82	06-05-17	214,67	22-05-17	198,05
21-04-17	426,82	07-05-17	214,67	23-05-17	57,70
22-04-17	426,82	08-05-17	36,40	24-05-17	46,95
23-04-17	426,82	09-05-17	37,60	25-05-17	46,95
24-04-17	426,82	10-05-17	544,16	26-05-17	262,40
25-04-17	426,82	11-05-17	544,16	27-05-17	262,40
26-04-17	37,50	12-05-17	544,16	28-05-17	262,40
27-04-17	31,10	13-05-17	544,16	29-05-17	27,20
28-04-17	244,63	14-05-17	544,16	30-05-17	28,40
29-04-17	244,63	15-05-17	544,16	31-05-17	30,30
30-04-17	244,63	16-05-17	544,16		
01-05-17	244,63	17-05-17	544,16		

Anexo L – Plano de manutenção dos secadores

5.0 MANUTENÇÃO

5.1 Semanalmente

Certifique-se visualmente de que o depósito da condensação ocorre regularmente.

5.2 Mensalmente

Limpar o pré-filtro da válvula de descarga da condensação de forma a eliminar as impurezas acumuladas na rede interna. Efectuar esta operação depois de ter interrompido o fluxo de ar comprimido, fechando as válvulas de entrada e saída.




5.3 A cada 6 meses

Interromper a alimentação eléctrica antes de efectuar esta operação.

Com base na qualidade do ar do ambiente e em correspondência ao início do Verão, limpar o condensador para eliminar eventuais incrustações ou depósitos que poderiam limitar a sua eficácia.

Verificar se as **absorções do compressor** se situam entre os valores da matrícula.



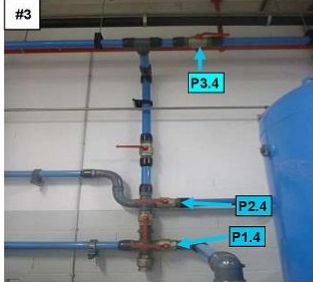


Anexo M – Procedimento de controlo de energia (LOTO) dos secadores

		Instrução Técnica de Controlo de Energia Procedimento de Controlo de Energia - Lockout		PONTOS DE BLOQUEIO: 3	
Identificação do Equipamento:	BW 000373				
Tipo de Equipamento:	Secador de Ar				
Área/ Linha de Fabricação	Sala de Compressores				
Equipamentos Associados:					
ADVERTÊNCIAS					
 <p>Esta máquina pode ter mais do que um tipo de fontes primárias de energia, incluindo eléctricas, hidráulicas, pneumáticas, etc.. Aplique o sistema Lockout em todas! Se a energia primária da máquina está associada a outras máquinas, Aplique o sistema Lockout em todas! Não efectue procedimentos de manutenção nesta máquina a menos que tenha recebido formação em ECPL (Lockout/Tagout) e compreenda os procedimentos descritos no Manual ECPL. Salvo indicações em contrário, para reiniciar a máquina, verifique que todos os dispositivos de segurança estão activos e que as protecções fixas encontram-se devidamente posicionadas. Caso tenha alguma duvida, por favor dirija-se ao supervisor da área.</p>					
#2	#4		#5	#7	
#3	#6				
<input type="checkbox"/> Indica o Ponto de Bloqueio  Indica o Ponto de Acesso ou de Advertência					
E# Eléctrica P# Pneumático H# Hidráulico W# WCP T# Temperatura					
Esta máquina tem várias formas de alimentação e desconecção					
Procedimento de Desconecção - Apenas os funcionários autorizados podem executar este procedimento					
#	Tipo / Fonte de Energia	Localização do Disp. de Isolamento	Local	Procedimento para acção de bloqueio de energias	Pontos de Verificação
1				Notificar os técnicos afectos ao equipamento e o supervisor da área, que se vai iniciar um processo de bloqueio na máquina.	Possuir três cadeados, três etiquetas de técnico e dois SB N°55.
2	Ar comprimido		JUNTO AO SECADOR	Abrir, lentamente, a válvula by-pass da conduta de ar comprimido.	
3	Auxiliares	Tecla "ON/OFF" Desligar	SECADOR: PAINEL DE CONTROLO	Desligar o secador, pressionando no painel de controlo a tecla "ON/OFF".	
4	Ar comprimido	P1.3 P2.3 P1.3 e P2.3 Bloquear	SECADOR: LATERAIS	Fechar a válvula de entrada de ar comprimido (P1.3) e posteriormente a válvula de saída de ar comprimido (P2.3). Aplicar 2 Cadeados + 2 SB N°55 + 2 Etiquetas de técnico.	Confirmar a aplicação eficaz do sistema de bloqueio.
5	Ar comprimido		SECADOR: LATERAL ESQUERDA	Despressurizar o circuito pneumático no botão de "TEST" na válvula de descarga de condensados.	Verificar a ausência de pressão no manómetro (<1.0 bar).
6	Ar comprimido		SECADOR: LATERAL DREITA	Abrir, lentamente, a válvula auxiliar de saída de ar comprimido para retirar pressão residual.	Verificar no manómetro que a pressão é de 0 bar.
7	Eléctrica	E1.3 E1.3 Isolar	SECADOR JUNTO AO PAINEL DE CONTROLO	Aplicar 1 Cadeado + 1 Etiqueta de técnico.	Confirmar a aplicação eficaz do sistema de bloqueio.
Procedimento de Conexão - Apenas os funcionários autorizados podem executar este procedimento					
#	Tipo / Fonte de Energia	Localização do Disp. de Isolamento	Local	Procedimento para acção de desbloqueio de energias	Pontos de Verificação
1	Eléctrica	E1.3 E1.3 Activar	SECADOR: JUNTO AO PAINEL DE CONTROLO	Retirar 1 Cadeado + 1 Etiqueta de técnico.	
2	Ar comprimido		SECADOR: LATERAL DREITA	Fechar a válvula auxiliar de saída de ar comprimido.	
3	Auxiliares	Tecla "ON/OFF" Desligar	SECADOR: PAINEL DE CONTROLO	Pressionar no painel de controlo a tecla "ON/OFF" durante pelo menos 3 segundos.	
4			SECADOR: PAINEL DE CONTROLO	Para aquecer o óleo do compressor, há um atraso variável entre a ligação do secador e o seu funcionamento. Aguardar alguns minutos.	Verificar o valor no indicador de temperatura no painel de controlo (cerca de 3°C).
5	Ar comprimido	P1.3 P2.3 P1.3 e P2.3 Desbloquear	SECADOR: LATERAIS	Retirar 2 Cadeados + 2 SB N°30 + 2 Etiquetas de técnico. Abrir, lentamente, a válvula da conduta de saída de ar comprimido (P1.3) e posteriormente a válvula da conduta de entrada de ar comprimido (P2.3).	
Validado por: _____ Date: ___/___/___					
Preparado por: _____ Date: ___/___/___					

Anexo N – Chapa de características do RAC

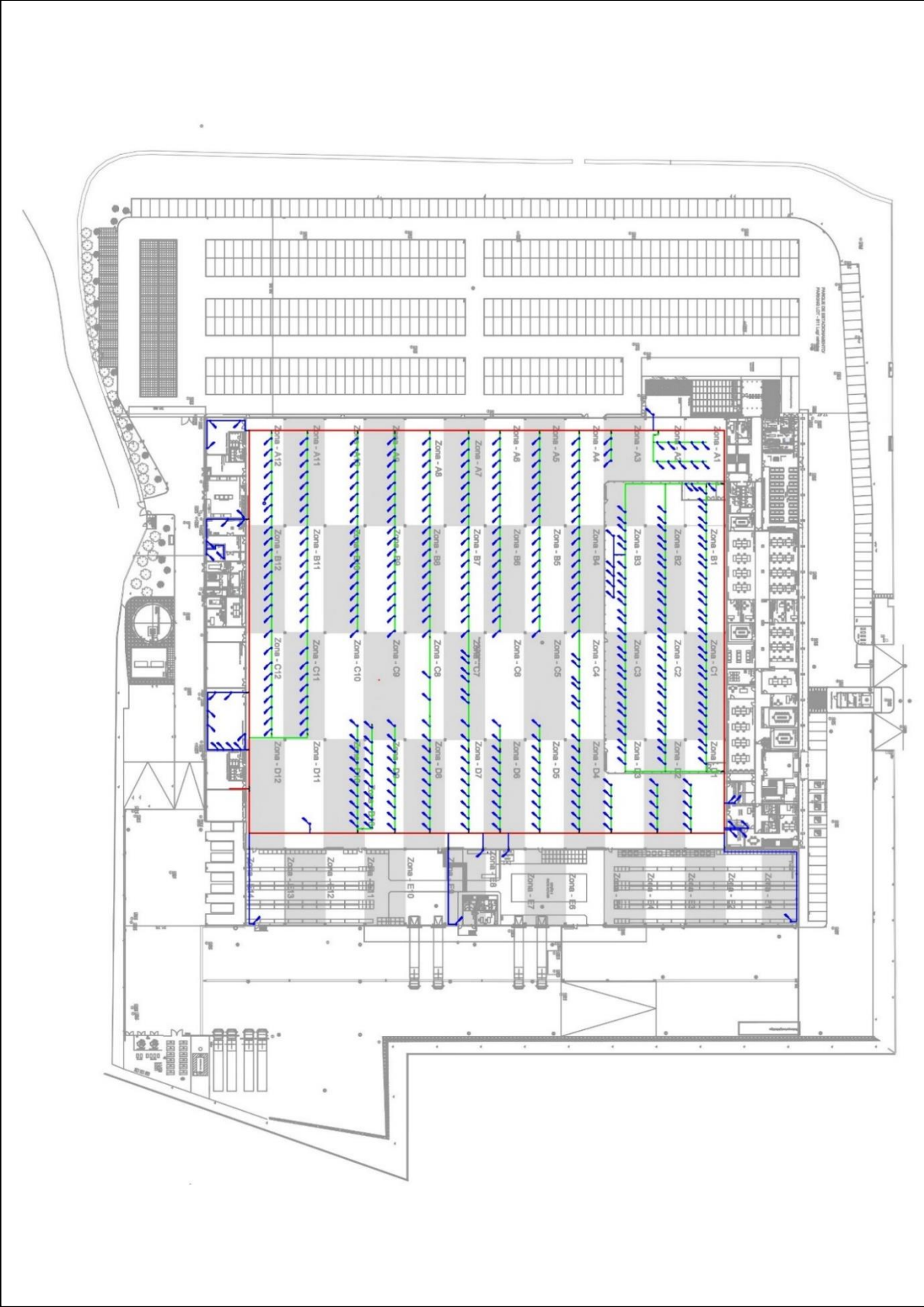


Anexo O – Procedimento de controlo de energia (LOTO) do RAC

BorgWarner		Instrução Técnica de Controlo de Energia			
Procedimento de Controlo de Energia - Lockout					
Identificação do Equipamento:		PONTOS DE BLOQUEIO:			
Tipo de Equipamento:	Reservatório de Ar	3			
Área/ Linha de Fabricação:	Sala de Compressores				
Equipamentos Associados:					
ADVERTÊNCIAS					
 <p>Esta máquina pode ter mais do que um tipo de fontes primárias de energia, incluindo eléctricas, hidráulicas, pneumáticas, etc.. Aplique o sistema Lockout em todas!</p> <p>Se a energia primária da máquina está associada a outras máquinas, Aplique o sistema Lockout em todas!</p> <p>Não efectue procedimentos de manutenção nesta máquina a menos que tenha recebido formação em ECPL (Lockout/Tagout) e compreenda os procedimentos descritos no Manual ECPL.</p> <p>Salvo indicações em contrário, para reiniciar a máquina, verifique que todos os dispositivos de segurança estão activos e que as protecções fixas encontram-se devidamente posicionadas. Caso tenha alguma dúvida, por favor dirija-se ao supervisor da área.</p>					
#2	#3		#5		
					
<input type="checkbox"/> Indica o Ponto de Bloqueio  Indica o Ponto de Acesso ou de Advertência					
■ Eléctrica ■ Pneumático ■ Hidráulico ■ WCP ■ Temperatura					
Esta máquina tem várias formas de alimentação e desconecção					
Procedimento de Desconecção - Apenas os funcionários autorizados podem executar este procedimento					
#	Tipo / Fonte de Energia	Localização do Disp. de Isolamento	Local	Procedimento para acção de bloqueio de energias	Pontos de Verificação
1				Notificar os técnicos afectos ao equipamento e o supervisor da área, que se vai iniciar um processo de bloqueio na máquina.	Possuir três cadeados, três etiquetas de técnicas e três SB N°55.
2	Ar Comprimido		CONDUTAS	Abrir, lentamente, a válvula <i>by-pass</i> da conduta de ar comprimido.	
3	Ar Comprimido	P1.4 P1.4, P2.4 e P3.4 P2.4 P3.4 Bloquear	CONDUTAS	Fechar as válvulas de entrada de ar comprimido (P1.4 e P2.4) e posteriormente a válvula de saída de ar comprimido (P3.4). Aplicar 3 Cadeados + 3 SB N°55 + 3 Etiquetas de técnico.	Confirmar a aplicação eficaz do sistema de bloqueio.
4	Ar Comprimido		RESERVATÓRIO	Abrir, lentamente, a válvula auxiliar de saída de ar comprimido para baixar o nível de pressão.	Verificar a redução de pressão no manómetro.
4	Ar Comprimido		JUNTO AO RESERVATÓRIO	Despressurizar o circuito pneumático no botão de "TEST" na válvula de descarga de condensados.	Verificar a ausência de pressão no manómetro (0 bar).
Procedimento de Conexão - Apenas os funcionários autorizados podem executar este procedimento					
#	Tipo / Fonte de Energia	Localização do Disp. de Isolamento	Local	Procedimento para acção de desbloqueio de energias	Pontos de Verificação
1	Ar Comprimido		RESERVATÓRIO	Fechar a válvula auxiliar de saída de ar comprimido.	
2	Ar Comprimido	P1.4 P1.4, P2.4 e P3.4 P2.4 P3.4 Desbloquear	CONDUTAS	Retirar 3 Cadeados + 3 SB N°55 + 3 Etiquetas de técnico. Abrir, lentamente, as válvulas da conduta de entrada de ar comprimido (P1.4 e P2.4) e posteriormente a válvula de saída de ar comprimido (P3.4).	
3	Ar Comprimido		CONDUTAS	Fechar a válvula <i>by-pass</i> da conduta de ar comprimido.	
Validado por: _____				Preparado por: _____	
Date: ___/___/___				Date: ___/___/___	

Anexo P – Layout da rede de distribuição do SAC da BWP

Nota informativa: A planta apresentada não se encontra à escala real.



Anexo Q – Tabela de variáveis disponíveis por comunicação Modbus do contador energético Schneider Electric iEM3250

9 Modbus communication / Comunicación Modbus / Communication Modbus / Modbus-Kommunikation / Comunicazione Modbus / Comunicação Modbus / Шина связи Modbus / Modbus 通讯						
Register number	Description	Size (Int)	Data Type	Units	iEM3250	iEM3255
Date / Time (DATETIME format)						
1845	Year bit0 - bit6: 0 - 99 (year from 2000 to 2099) bit7 - bit15: reserved	1	Uint16		■	■
1846	Month & Day bit0 - bit4: day bit5 - bit7: weekday bit8 - bit11: month bit12 - bit15: reserved	1	Uint16		■	■
1847	Hour & Minute bit0 - bit5: minutes bit6 - bit7: reserved bit8 - bit12: hour bit13 - bit15: reserved	1	Uint16		■	■
1848	Millisecond	1	Uint16		■	■
Wiring Setup						
2016	Power System 0 = 1PH2W L-L 1 = 1PH2W L-L 2 = 1PH3W LL with N 3 = 3PH3W 11 = 3PH4W 13 = 1PH4W multi L with N	1	Uint16		■	■
2017	Nominal Frequency	1	Uint16	Hz	■	■
Energy Pulse Output Setup						
2129	Pulse Duration	1	Uint16	ms		■
2132	Pulse Constant	2	Float32	pulse/kWh		■
Meter Data						
Current						
3000	I1: phase 1 current	2	Float32	A	■	■
3002	I2: phase 2 current	2	Float32	A	■	■
3004	I3: phase 3 current	2	Float32	A	■	■
Voltage						
3020	Voltage L1-L2	2	Float32	V	■	■
3022	Voltage L2-L3	2	Float32	V	■	■
3024	Voltage L3-L1	2	Float32	V	■	■
3028	Voltage L1-N	2	Float32	V	■	■
3030	Voltage L2-N	2	Float32	V	■	■
3032	Voltage L3-N	2	Float32	V	■	■
Power						
3060	Active Power Total	2	Float32	kW	■	■
3068	Reactive Power Total	2	Float32	kVAR		■
3076	Apparent Power Total	2	Float32	kVA		■
Power Factor Total						
3084	-2<PF<-1: Quad 2, active power negative, capacitive -1<PF<0: Quad 3, active power negative, inductive 0<PF<1: Quad 1, active power positive, inductive 1<PF<2: Quad 4, active power positive, capacitive	2	Float32		■	■
3110	Frequency	2	Float32	Hz	■	■
Total Energy						
3204	Total Active Energy Import	4	Int64	Wh	■	■
3208	Total Active Energy Export	4	Int64	Wh		■
3220	Total Reactive Energy Import	4	Int64	VARh		■
3224	Total Reactive Energy Export	4	Int64	VARh		■
Partial Energy						
3256	Partial Active Energy Import	4	Int64	Wh	■	■
3272	Partial Reactive Energy Import	4	Int64	VARh		■
Energy by Phase						
3518	Active Energy import Phase 1	4	Int64	Wh	■	■
3522	Active Energy import Phase 2	4	Int64	Wh	■	■
3526	Active Energy import Phase 3	4	Int64	Wh	■	■
3558	Input Metering	4	Int64	(Unit)		■
Energy by Tariff						
4191	Active Tariff 0: multi tariff disabled 1 - 4: rate A to rate D	1	Uint16			■
4196	Rate A Active Energy Import	4	Int64	Wh		■
4200	Rate B Active Energy Import	4	Int64	Wh		■
4204	Rate C Active Energy Import	4	Int64	Wh		■
4208	Rate D Active Energy Import	4	Int64	Wh		■
Overload Alarm						
45005	Activated Status Only Bit8 is used: Bit8 = 0, alarm is active Bit8 = 1, alarm is inactive	1	Bitmap			■
45006	Unacknowledged Status Only Bit8 is used: Bit8 = 0, no alarm or last alarm was acknowledged Bit8 = 1, alarm is unacknowledged	1	Bitmap			■

Anexo R – Tabela de variáveis disponíveis por comunicação Modbus do controlador Ingersoll Rand Xe-145M

R55 – R160 VariableSpeed Modbus Table

Register (40XXX)	Variable	Read/Write	Range	Notes
001	Status/Control	R/W		See FIGURE 1
003	Package Discharge Pressure	R		
004	Sump Pressure	R		
005	Inlet Vacuum	R		
006	Interstage Pressure	R		Only in 2-stage units.
007	Coolant Filter In Pressure	R		
008	Coolant Filter Out Pressure	R		
009	Remote Pressure	R		
010	Aftercooler Discharge Pressure	R		
011	Injected Coolant Temperature	R		
012	Airend Temperature	R		
013	Aftercooler Discharge Temperature	R		
014	Inlet Temperature	R		
015	Cooler Out Temperature	R		
016	Evaporator	R		
017	Condenser	R		
018	Spare Temperature	R		
019	Separator Pressure Drop	R		
020	Percent Capacity	R		
021	Percent Energy Savings	R		
022	Coolant Filter Pressure Drop	R		
025	Motor Speed	R		
026	Motor Current	R		
027	Input Voltage	R		VAC
028	DC Bus Voltage	R		
029	Remote Pressure	R		
030	Motor Voltage	R		
031	Package kW	R		
032	kW Hours	R	0 – 999	Add to (mW hours * 1000)
033	mW Hours	R		
064	Total Hours (hours)	R		
098	Compressor Type	R		See FIGURE 2
099	Service Level	R	0 - 2	0=Level 0, 1=Level 1, 2=Level 2
100	Service Time Period	R	1000 - 8000	Increments of 1000
101	Water Cooled	R		0=Off
102	Hot Side Thermal Valve	R		0=Off
103	Dryer Installed	R		0 = no dryer
104	2-Stage Enabled	R		0 = 1 stage
112	Target Pressure	R/W	65 - 145	
113	Auto Stop Pressure	R/W	(T+1)-(T+10)	T = target pressure
114	Immediate Stop Pressure	R/W	ASP-(ASP+10)	ASP = auto stop pressure

Register (40XXX)	Variable	Read/Write	Range	Notes
117	Compare Savings To	R/W	0 - 2	0=Geo, 1=Mod, 2=On/Off
118	Condensate Release Time	R	2 - 20	
119	Condensate Interval Time	R	90 - 270	
120	Remote Sensor Enable	R		0=Off
121	Communication Control On/Off	R		0=Off
122	Remote Start/Stop On/Off	R		0=Off
123	Power Out Restart Option (PORO)On/Off	R		0=Off
124	PORO Time (seconds)	R/W	10 - 600	
127	Scheduled Start - Day	R/W	0 - 9	See FIGURE 2
128	Scheduled Stop - Day	R/W	0 - 9	See FIGURE 2
129	Scheduled Start (Hour)	R/W	0 - 23	
130	Scheduled Start (Minute)	R/W	0 - 59	
131	Scheduled Stop (Hour)	R/W	0 - 23	
132	Scheduled Stop (Minute)	R/W	0 - 59	
251	VSD Software Version Number	R		Divide by 10
255	Warning Code	R		See FIGURE 4
256	Trip Code	R		See FIGURE 4

Anexo S – Caudal de fugas (m³/min) em função da pressão (bar) e diâmetro (mm) do orifício [1]

Diâmetro (mm)	Pressão absoluta (bar)						
	4	5	6	7	8	9	10
0,1	0,00045	0,00054	0,00054	0,00072	0,00081	0,0009	0,00099
0,2	0,00181	0,00217	0,00252	0,00288	0,00324	0,0036	0,00396
0,3	0,00406	0,00487	0,00568	0,00649	0,0073	0,008105	0,00891
0,5	0,0113	0,0135	0,0158	0,018	0,0203	0,02255	0,0248
1	0,0452	0,0541	0,0631	0,0721	0,0811	0,09005	0,099
1,5	0,102	0,122	0,142	0,162	0,183	0,203	0,223
2	0,181	0,217	0,252	0,288	0,324	0,36	0,396
3	0,406	0,487	0,568	0,649	0,73	0,8105	0,891
4	0,723	0,865	1,01	1,15	1,3	1,4425	1,585
5	1,13	1,35	1,58	1,8	2,03	2,255	2,48
6	1,63	1,95	2,27	2,6	2,92	3,245	3,57
8	2,89	3,46	4,04	4,62	5,19	5,765	6,34
10	4,52	5,1	6,31	7,21	8,11	9,005	9,9
12	6,5	7,78	9,09	10,4	11,68	12,99	14,3
15	10,2	12,2	14,2	16,2	18,25	20,275	22,3
20	18,1	21,7	25,2	28,8	32,4	36	39,6
25	28,2	33,8	39,5	45	50,7	56,3	61,9
30	40,6	48,7	56,8	64,9	73	81,05	89,1
35	55,3	66,3	77,3	88,3	99,3	110,15	121
40	72,3	86,5	101	115	130	144,5	159
45	91,3	110	128	146			
50	113	135					
55	136						

Anexo T – Analisador de energia Chauvin Arnoux PEL 103

SPECIFICATIONS:

Models	PEL102	PEL103
Display	Without	Triple digital display
Installation types	Single-phase, split-phase, three-phase with or without neutral and many other specific configurations	
Number of channels	3 voltage inputs / 3 current inputs (calculation of neutral current)	
Measurements		
Network frequency	50 Hz, 60 Hz & 400 Hz	
Voltage (measurement ranges / best accuracy)	10.00 - 1,000 V _{AC/DC}	/ ± 0.2 % + 0.5 V
Current (depending on sensor) (measurement ranges / best accuracy)	5 mA _{AC} to 10 kA _{AC} / 50 mA _{DC} to 1.4 kA _{DC} / ± 0.5 %	
Calculated measurements		
Ratio	Up to 650,000 V / up to 25,000 A	
Power	10 W to 10 GW / 10 var to 10 Gvar / 10 VA to 10 GVA	
Energy	up to 4 EWh / 4 Evarh / 4 EVAh (E = 10 ¹⁸)	
Phase	cos φ, tan φ, PF	
Harmonics	up to the 50th order	
Complementary functions		
Phase order	Yes	
Min / Max	Yes	
Mounting	Magnet, hook	
Recording		
Sampling / Acquisition rate / Aggregation	128 S/period - 1 measurement per second - from 1 min to 60 min	
Memory	SD card 2 GB (SD-HC up to 32 GB)	
Communication	Ethernet, Bluetooth and USB	
Power supply	110 V - 250 V (+10 %, -15 %) at 50-60 Hz & 400 Hz	
Safety	IEC 61010 600 V CAT IV – 1,000 V CAT III	
Mechanical Specifications		
Dimensions	256 x 125 x 37 mm without sensor	
Weight	900 g	950 g
Casing	IP54, UL (pending)	



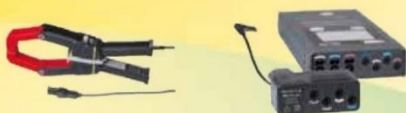
Models	MN93	MN 93A	MA193-250	MA193-350	PAC93	A193-450	A193-800	C193	E3N	J93/J193
Measurement range	500 mA to 200 A _{AC}	0.005 A _{AC} to 100 A _{AC}	200 mA to 10 kA _{AC}	200 mA to 10 kA _{AC}	1 A to 1,000 A _{AC} to 1,300 A _{DC}	200 mA to 10 kA _{AC}	200 mA to 10 kA _{AC}	1 A to 1,000 A _{AC}	50 mA to 10 A _{AC/DC} to 100 mA to 100 A _{AC/DC}	50 A to 3,500 A _{AC} to 50 A to 5,000 A _{DC}
Clamping Ø / length	20 mm	20 mm	Ø 70 mm / 250 mm	Ø 70 mm / 350 mm	1 x Ø 39 mm / 2 x Ø 25 mm	Ø 140 mm / 450 mm	Ø 250 mm / 800 mm	52 mm	11.8 mm	72 mm
IEC 61010	600 V CAT III / 300 V CAT IV	1,000 V CAT III / 600 V CAT IV	1,000 V CAT III / 600 V CAT IV	1,000 V CAT III / 600 V CAT IV	600 V CAT III / 300 V CAT IV	1,000 V CAT III / 600 V CAT IV	1,000 V CAT III / 600 V CAT IV	600 V CAT IV	600 V CAT III / 300 V CAT IV	600 V CAT III / 1,000 V CAT IV

STATE AT DELIVERY:

One PEL102 or PEL103 power and energy logger:
 4 measurement leads (straight banana / straight banana – 3 m long – black), 4 crocodile clips (black), 1 SD card (2 GB), 1 set of rings and inserts (for ends of leads and current sensors), 1 mains cable, 1 USB cable (Type A / Type B), 1 MultiFIX mounting systems, 1 operating manual (on CD), 1 bag, 1 safety datasheet, PEL Transfer PC software, 1 quick start-up guide, 1 SD-USB adapter.

REFERENCE TO ORDER:

PEL102 Logger without current sensors P01157152
 PEL103 Logger without current sensors P01157153



ACCESSORIES:

DataVIEW® software	P01102095
Bag No 23	P01298078
Leads/clamps kit	P01295476
Set of id. rings/inserts	P01102080
5 A box	P01101959
MN93 clamp	P01120425B
MN93A clamp	P01120434B
C193 clamp	P01120323B
PAC93 clamp	P01120079B
AmpFlex® A193-450 mm clamp	P01120526B
AmpFlex® A193-800 mm clamp	P01120531B
MiniFlex® MA193-250 mm clamp	P01120580
MiniFlex® MA193-350 mm clamp	P01120567
E3N clamp	P01120043A
E3N adapter	P01102081
J93 clamp	P01120110
J193 clamp	P01120111
MultiFIX	P01102100Z
Mains power cable	P01295174
PEL100 mains adapter	P01102134

FRANCE
 Chauvin Arnoux
 190, rue Championnet
 75876 PARIS Cedex 18
 Tel: +33 1 44 85 44 38
 Fax: +33 1 46 27 95 59
 export@chauvin-arnoux.fr
 www.chauvin-arnoux.fr

UNITED KINGDOM
 Chauvin Arnoux Ltd
 Unit 1 Nelson Ct. Flagship Sq. Shaw Cross Business Pk
 Dewsbury, West Yorkshire - WF12 7TH
 Tel: +44 1924 460 494
 Fax: +44 1924 455 328
 info@chauvin-arnoux.co.uk
 www.chauvin-arnoux.com

MIDDLE EAST
 Chauvin Arnoux Middle East
 P.O. BOX 60-154
 1241 2020 JAL EL DIB - LEBANON
 Tel: +961 1 890 425
 Fax: +961 1 890 424
 camie@chauvin-arnoux.com
 www.chauvin-arnoux.com

CHAUVIN ARNOUX GROUP

906611277 - Ed. 5 - 07/2014 - Non contractual document - Confirm specifications before ordering.

Anexo U – Estimativa do caudal de fugas do SAC [17]

Este método exige que o compressor se encontre às condições normais de funcionamento quando não existem consumos no SAC, ou seja, quando todos os dispositivos pneumáticos e máquinas consumidoras de ar comprimido estão fora de serviço.

Sabendo o volume do reservatório (V_r), e anotando o tempo (t) que decorre entre a pressão de serviço máxima ($P_{m\acute{a}x}$), que corresponde à entrada do compressor em vazio, e o nível mínimo ($P_{m\acute{i}n}$), que corresponde à entrada do compressor em carga, é possível calcular o caudal de fugas (Q_f) através da fórmula:

$$Q_f = \frac{V_r}{t} \times \left(\frac{P_{m\acute{a}x} - P_{m\acute{i}n}}{P_{atm}} \right)$$

Onde:

P_{atm} , é a pressão atmosférica = 1 bar

$V_r = 2.000 \text{ L} = 2 \text{ m}^3$

$t = 30 \text{ segundos} = 0,5 \text{ minutos}$ (Tabela 12)

$P_{m\acute{a}x} = 7,0 \text{ bar}$

$P_{m\acute{i}n} = 6,4 \text{ bar}$

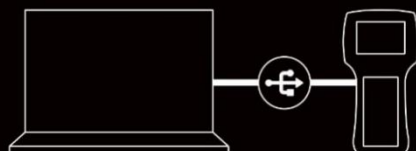
Aplicando a fórmula, vem:

$$Q_f = \frac{V_r}{t} \times \left(\frac{P_{m\acute{a}x} - P_{m\acute{i}n}}{P_{atm}} \right) = \frac{2}{0,5} \times \left(\frac{7,0 - 6,4}{1} \right) = 2,4 \text{ m}^3/\text{min}$$

Anexo V – Detetor de ultrassons LKS1000-V.2

WITH LEAKSHOOTER LKS1000-V.2

- › Improved quality of pictures !
- › It is now possible to upload your data directly with a USB cable connected to a PC !



Flexible 400 mm US Sensor
Réf. LKSFLEX
+ Flexible 1500 mm US Sensor
Réf. LKSFLEX1500



Mechanical US sensor (steam trap - bearing)
Réf. LKS PROBE



Ultrasonic emitter
Réf. LKSDOME



Holster
Réf. LKSCOVER

SPECIFICATIONS LKS1000-V.2	
Sensitivity	Detects a leak of 0,1 mm at 3 bars at 20 m
Camera	Colour 640 x 480 pixels
Display	LCD colour 3,5» 320 x 240 pixels
Pictures	BMP, number, date and time
Dynamic target	Red square with cross on strong leak Yellow square with cross on light leak
Measurements	dB RMS and MAX
Memory	Up to 1000 pictures, can be uploaded to PC
Communication	USB cable supplied
US sensor	Open type - Bandwidth ± 2 kHz to - 6 dB - Central frequency 40 kHz ± 1 kHz - Adjustable frequency mixer from 34 to 46 kHz - Adjustable gain from 50 to 110 dB
Headphones	Adjustable volume from 0 to 10
Power supply	Lithium-ion rechargeable battery
Autonomy	6 hours
Temperature range	- 10°C to + 50°C
Dimensions	H : 230 mm - W : 100 mm - D : 70 mm
Weight	580 gr for the LKS1000 3,9 kg including metallic case
CE Standards	CEM 2004/108/CE : EN61000-6-4 & EN61000-6-2
Accessories	<ul style="list-style-type: none"> • Ultrasonic emitter Réf. LKSDOME • Flexible 400 mm US Sensor Réf. LKSFLEX • Flexible 1500 mm US Sensor Réf. LKSFLEX1500 • Mechanical US sensor (steam trap - bearing) Réf. LKS PROBE • Holster Réf. LKSCOVER

SYNERGYS TECHNOLOGIES

Tél. +33 (0) 3 89 08 32 72
Fax +33 (0) 3 89 08 32 73
info@synergys-technologies.com
LEAKSHOOTER a Synergys Technologies innovation

DISTRIBUTED BY :

FFONSECA


Processo, Instrumentação & Ambiente

Rua João Francisco do Casal, 87-89 Esgueira - Apart. 3003 -
3801-101 Aveiro
F + 234 303 910 | F + 234 303 910
www.ffonseca.com | ffonseca@ffonseca.com

Anexo W – Projeto 6 sigma “Eficiência Energética”

Anexo W.1 – Etiqueta de identificação standard para fugas de ar comprimido, utilizada na BWP.

Fuga de Ar Comprimido



Número: _____ **Data:** _____

N.º Máquina: _____

Identificação da Máquina:


Tipo de Fuga:

<input type="checkbox"/> Tubo roto	<input type="checkbox"/> Actuador Pneum.
<input type="checkbox"/> Abraçadeira	<input type="checkbox"/> Válvula Pneum.
<input type="checkbox"/> Ligações	<input type="checkbox"/> Outro

Outro _____

N.º Técnico: _____

Anexo W.2 – Documento utilizado para monitorização do estado das fugas de ar comprimido identificadas.



Realizado por:	P. Veiga		REUNIÃO DE:	Auditoria de Fugas de Ar Comprimido no ShopFloor	Próx Revisão:	
Processo:			PROJECTO:		Responsável:	Pedro Veiga
Data:	março 18				Copias:	
Assistentes:						

Item	Area	Máquina	ID. Adicional	Descrição da anomalia	Executor	Data Inicio	Data Fim	% Resol.	Situação
1								0	
2								0	
3								0	
4								0	
5								0	
6								0	
7								0	
8								0	
9								0	
10								0	
11								0	
12								0	
13								0	
14								0	
15								0	
16								0	
17								0	
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33								0	

Concluídos 0/18

Anexo X – Temperaturas do sensor de temperatura P5

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
01-01-2017 00	17,09	02-01-2017 21	21,03	04-01-2017 20	24,78
01-01-2017 01	16,91	02-01-2017 22	20,89	04-01-2017 18	24,48
01-01-2017 02	16,66	02-01-2017 23	20,94	04-01-2017 19	24,61
01-01-2017 03	16,49	03-01-2017 00	21	04-01-2017 23	24,76
01-01-2017 04	16,38	03-01-2017 01	21,08	05-01-2017 00	24,84
01-01-2017 05	16,24	03-01-2017 02	21,11	05-01-2017 01	24,84
01-01-2017 06	15,98	03-01-2017 03	21,22	05-01-2017 02	24,76
01-01-2017 07	15,85	03-01-2017 04	21,36	05-01-2017 03	24,73
01-01-2017 08	15,65	03-01-2017 05	21,44	05-01-2017 04	24,7
01-01-2017 09	15,76	03-01-2017 06	21,47	05-01-2017 05	24,68
01-01-2017 10	15,79	03-01-2017 07	21,66	05-01-2017 06	24,59
01-01-2017 11	15,99	03-01-2017 08	21,82	05-01-2017 07	24,57
01-01-2017 12	16,39	03-01-2017 09	21,86	05-01-2017 08	24,65
01-01-2017 13	16,73	03-01-2017 10	22,06	05-01-2017 09	24,62
01-01-2017 14	16,93	03-01-2017 11	22,16	05-01-2017 10	24,68
01-01-2017 15	17,14	03-01-2017 12	22,29	05-01-2017 11	24,9
01-01-2017 16	17,18	03-01-2017 13	22,36	05-01-2017 12	25,19
01-01-2017 17	17,19	03-01-2017 14	22,49	05-01-2017 13	25,48
01-01-2017 18	17,05	03-01-2017 15	22,72	05-01-2017 14	25,67
01-01-2017 19	17,19	03-01-2017 16	22,91	05-01-2017 15	25,62
01-01-2017 20	17,25	03-01-2017 17	23,13	05-01-2017 16	25,76
01-01-2017 21	17,36	03-01-2017 18	23,11	05-01-2017 17	25,7
01-01-2017 22	17,5	03-01-2017 19	23,16	05-01-2017 18	25,46
01-01-2017 23	17,58	03-01-2017 20	23,38	05-01-2017 19	25,45
02-01-2017 00	17,58	03-01-2017 21	23,54	05-01-2017 20	25,45
02-01-2017 01	17,61	03-01-2017 22	23,33	05-01-2017 21	25,09
02-01-2017 02	17,69	03-01-2017 23	23,47	05-01-2017 22	24,87
02-01-2017 03	17,75	04-01-2017 00	23,55	05-01-2017 23	24,76
02-01-2017 04	17,8	04-01-2017 01	23,44	06-01-2017 00	24,7
02-01-2017 05	17,83	04-01-2017 02	23,47	06-01-2017 01	24,51
02-01-2017 06	17,92	04-01-2017 03	23,52	06-01-2017 02	24,32
02-01-2017 07	18,14	04-01-2017 04	23,41	06-01-2017 03	24
02-01-2017 08	18,22	04-01-2017 05	23,41	06-01-2017 04	23,71
02-01-2017 09	18,43	04-01-2017 06	23,41	06-01-2017 05	23,23
02-01-2017 10	18,64	04-01-2017 07	23,52	06-01-2017 06	23,24
02-01-2017 11	18,92	04-01-2017 08	23,54	06-01-2017 07	23,22
02-01-2017 12	19,05	04-01-2017 09	23,55	06-01-2017 08	23,11
02-01-2017 13	19,39	04-01-2017 10	23,52	06-01-2017 09	23,11
02-01-2017 14	19,59	04-01-2017 11	23,58	06-01-2017 10	23,23
02-01-2017 15	19,84	04-01-2017 12	23,66	06-01-2017 11	23,32
02-01-2017 16	20,19	04-01-2017 13	23,74	06-01-2017 12	23,42
02-01-2017 17	20,36	04-01-2017 14	23,71	06-01-2017 13	23,6
02-01-2017 18	20,5	04-01-2017 15	24,07	06-01-2017 14	23,69
02-01-2017 19	20,69	04-01-2017 16	24,26	06-01-2017 15	24,08
02-01-2017 20	20,86	04-01-2017 17	24,37	06-01-2017 16	24,1

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
06-01-2017 17	24,26	08-01-2017 16	20,83	10-01-2017 15	22,91
06-01-2017 18	24,05	08-01-2017 17	20,72	10-01-2017 16	23,13
06-01-2017 19	23,96	08-01-2017 18	20,61	10-01-2017 17	23,27
06-01-2017 20	23,95	08-01-2017 19	20,47	10-01-2017 18	23,34
06-01-2017 21	23,66	08-01-2017 20	20,33	10-01-2017 19	23,52
06-01-2017 22	23,69	08-01-2017 21	20,21	10-01-2017 20	23,77
06-01-2017 23	23,6	08-01-2017 22	20,07	10-01-2017 21	23,49
07-01-2017 00	23,3	08-01-2017 23	19,98	10-01-2017 22	23,41
07-01-2017 01	23,22	09-01-2017 00	19,89	10-01-2017 23	23,35
07-01-2017 02	22,99	09-01-2017 01	19,78	11-01-2017 00	23,52
07-01-2017 03	22,77	09-01-2017 02	19,81	11-01-2017 01	23,4
07-01-2017 04	22,47	09-01-2017 03	19,7	11-01-2017 02	23,33
07-01-2017 05	22,17	09-01-2017 04	19,67	11-01-2017 03	23,44
07-01-2017 06	21,91	09-01-2017 05	19,54	11-01-2017 04	23,41
07-01-2017 07	21,67	09-01-2017 06	19,28	11-01-2017 05	23,27
07-01-2017 08	21,39	09-01-2017 07	19,23	11-01-2017 06	23,38
07-01-2017 09	21,36	09-01-2017 08	19,39	11-01-2017 07	23,59
07-01-2017 10	21,44	09-01-2017 09	19,26	11-01-2017 08	23,58
07-01-2017 11	21,58	09-01-2017 10	19,64	11-01-2017 09	23,67
07-01-2017 12	21,8	09-01-2017 11	19,95	11-01-2017 10	23,89
07-01-2017 13	22,09	09-01-2017 12	20,33	11-01-2017 11	24,15
07-01-2017 14	22,27	09-01-2017 13	20,76	11-01-2017 12	24,4
07-01-2017 15	22,5	09-01-2017 14	21,12	11-01-2017 13	24,75
07-01-2017 16	22,47	09-01-2017 15	21,72	11-01-2017 14	24,79
07-01-2017 17	22,44	09-01-2017 16	22,2	11-01-2017 15	25,06
07-01-2017 18	22,25	09-01-2017 17	22,27	11-01-2017 16	25,29
07-01-2017 19	22,02	09-01-2017 18	22,22	11-01-2017 17	25,33
07-01-2017 20	21,8	09-01-2017 19	22,26	11-01-2017 18	25,12
07-01-2017 21	21,69	09-01-2017 20	22,33	11-01-2017 19	25,15
07-01-2017 22	21,33	09-01-2017 21	21,54	11-01-2017 20	24,95
07-01-2017 23	21,08	09-01-2017 22	21,83	11-01-2017 21	24,87
08-01-2017 00	21,05	09-01-2017 23	21,91	11-01-2017 22	24,49
08-01-2017 01	20,92	10-01-2017 00	21,77	11-01-2017 23	24,38
08-01-2017 02	20,72	10-01-2017 01	21,47	12-01-2017 00	24,09
08-01-2017 03	20,58	10-01-2017 02	21,59	12-01-2017 01	23,82
08-01-2017 04	20,44	10-01-2017 03	21,35	12-01-2017 02	23,63
08-01-2017 05	20,12	10-01-2017 04	21,25	12-01-2017 03	23,3
08-01-2017 06	19,89	10-01-2017 05	21,34	12-01-2017 04	23,02
08-01-2017 07	19,81	10-01-2017 06	21,3	12-01-2017 05	22,72
08-01-2017 08	19,61	10-01-2017 07	21,39	12-01-2017 06	22,72
08-01-2017 09	19,47	10-01-2017 08	21,47	12-01-2017 07	22,83
08-01-2017 10	19,5	10-01-2017 09	21,41	12-01-2017 08	22,9
08-01-2017 11	19,67	10-01-2017 10	21,77	12-01-2017 09	22,89
08-01-2017 12	19,95	10-01-2017 11	22,02	12-01-2017 10	22,94
08-01-2017 13	20,11	10-01-2017 12	21,91	12-01-2017 11	22,89
08-01-2017 14	20,42	10-01-2017 13	22,44	12-01-2017 12	23,08
08-01-2017 15	20,66	10-01-2017 14	22,61	12-01-2017 13	23,22

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
12-01-2017 14	23,16	14-01-2017 13	22,3	16-01-2017 12	22,65
12-01-2017 15	23,49	14-01-2017 14	22,5	16-01-2017 13	22,94
12-01-2017 16	23,8	14-01-2017 15	22,61	16-01-2017 14	23,24
12-01-2017 17	23,97	14-01-2017 16	22,77	16-01-2017 15	23,63
12-01-2017 18	24,1	14-01-2017 17	22,69	16-01-2017 16	23,82
12-01-2017 19	24,4	14-01-2017 18	22,61	16-01-2017 17	23,96
12-01-2017 20	24,54	14-01-2017 19	22,41	16-01-2017 18	23,96
12-01-2017 21	24,35	14-01-2017 20	22,33	16-01-2017 19	23,95
12-01-2017 22	24,35	14-01-2017 21	22,19	16-01-2017 20	23,81
12-01-2017 23	24,31	14-01-2017 22	21,98	16-01-2017 21	23,16
13-01-2017 00	24,21	14-01-2017 23	21,86	16-01-2017 22	23,52
13-01-2017 01	24,15	15-01-2017 00	21,84	16-01-2017 23	23,72
13-01-2017 02	24,15	15-01-2017 01	21,6	17-01-2017 00	23,71
13-01-2017 03	23,99	15-01-2017 02	21,22	17-01-2017 01	23,55
13-01-2017 04	23,91	15-01-2017 03	20,86	17-01-2017 02	22,72
13-01-2017 05	23,22	15-01-2017 04	20,89	17-01-2017 03	23,25
13-01-2017 06	23,6	15-01-2017 05	20,83	17-01-2017 04	23,38
13-01-2017 07	23,66	15-01-2017 06	20,75	17-01-2017 05	23,23
13-01-2017 08	23,55	15-01-2017 07	20,44	17-01-2017 06	23,33
13-01-2017 09	23,55	15-01-2017 08	20,42	17-01-2017 07	23,41
13-01-2017 10	23,74	15-01-2017 09	20,44	17-01-2017 08	23,19
13-01-2017 11	23,85	15-01-2017 10	20,64	17-01-2017 09	23,48
13-01-2017 12	24,04	15-01-2017 11	20,82	17-01-2017 10	23,47
13-01-2017 13	24,22	15-01-2017 12	21,03	17-01-2017 11	23,88
13-01-2017 14	24,13	15-01-2017 13	21,33	17-01-2017 12	24,21
13-01-2017 15	24,37	15-01-2017 14	21,47	17-01-2017 13	24,46
13-01-2017 16	24,46	15-01-2017 15	21,64	17-01-2017 14	24,57
13-01-2017 17	24,57	15-01-2017 16	21,69	17-01-2017 15	24,9
13-01-2017 18	24,21	15-01-2017 17	21,61	17-01-2017 16	25,09
13-01-2017 19	24,29	15-01-2017 18	21,6	17-01-2017 17	25,4
13-01-2017 20	24,1	15-01-2017 19	21,58	17-01-2017 18	25,31
13-01-2017 21	23,62	15-01-2017 20	21,47	17-01-2017 19	25,65
13-01-2017 22	23,19	15-01-2017 21	21,47	17-01-2017 20	25,59
13-01-2017 23	23,35	15-01-2017 22	21,36	17-01-2017 21	25,44
14-01-2017 00	23,22	15-01-2017 23	21,41	17-01-2017 22	25,17
14-01-2017 01	23,05	16-01-2017 00	21,41	17-01-2017 23	25,17
14-01-2017 02	22,83	16-01-2017 01	21,36	18-01-2017 00	24,95
14-01-2017 03	22,58	16-01-2017 02	21,14	18-01-2017 01	24,87
14-01-2017 04	22,33	16-01-2017 03	20,97	18-01-2017 02	24,73
14-01-2017 05	22,33	16-01-2017 04	21,05	18-01-2017 03	24,46
14-01-2017 06	22	16-01-2017 05	21,22	18-01-2017 04	24,26
14-01-2017 07	21,61	16-01-2017 06	21,21	18-01-2017 05	23,96
14-01-2017 08	21,5	16-01-2017 07	21,36	18-01-2017 06	23,85
14-01-2017 09	21,33	16-01-2017 08	21,43	18-01-2017 07	23,85
14-01-2017 10	21,41	16-01-2017 09	21,72	18-01-2017 08	23,6
14-01-2017 11	21,78	16-01-2017 10	22	18-01-2017 09	23,53
14-01-2017 12	22,08	16-01-2017 11	22,25	18-01-2017 10	23,71

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
18-01-2017 11	23,76	20-01-2017 10	21,05	22-01-2017 09	18,92
18-01-2017 12	23,91	20-01-2017 11	21,28	22-01-2017 10	19,16
18-01-2017 13	24,21	20-01-2017 12	21,53	22-01-2017 11	19,42
18-01-2017 14	24,26	20-01-2017 13	21,8	22-01-2017 12	19,7
18-01-2017 15	24,37	20-01-2017 14	22,22	22-01-2017 13	20,07
18-01-2017 16	24,37	20-01-2017 15	22,7	22-01-2017 14	20,32
18-01-2017 17	24,26	20-01-2017 16	23,06	22-01-2017 15	20,5
18-01-2017 18	23,93	20-01-2017 17	23,19	22-01-2017 16	20,6
18-01-2017 19	23,74	20-01-2017 18	23,07	22-01-2017 17	20,56
18-01-2017 20	23,91	20-01-2017 19	22,91	22-01-2017 18	20,45
18-01-2017 21	23,73	20-01-2017 20	22,81	22-01-2017 19	20,22
18-01-2017 22	23,49	20-01-2017 21	22,49	22-01-2017 20	20,17
18-01-2017 23	23,38	20-01-2017 22	22,25	22-01-2017 21	20,04
19-01-2017 00	23,29	20-01-2017 23	22,09	22-01-2017 22	19,81
19-01-2017 01	22,72	21-01-2017 00	22,07	22-01-2017 23	19,7
19-01-2017 02	22,47	21-01-2017 01	21,99	23-01-2017 00	19,64
19-01-2017 03	22,14	21-01-2017 02	21,69	23-01-2017 01	19,6
19-01-2017 04	22,22	21-01-2017 03	21,51	23-01-2017 02	19,45
19-01-2017 05	21,91	21-01-2017 04	21,16	23-01-2017 03	19,39
19-01-2017 06	21,86	21-01-2017 05	20,86	23-01-2017 04	19,15
19-01-2017 07	21,74	21-01-2017 06	20,58	23-01-2017 05	19,09
19-01-2017 08	21,33	21-01-2017 07	20,56	23-01-2017 06	18,94
19-01-2017 09	21,33	21-01-2017 08	20,35	23-01-2017 07	18,86
19-01-2017 10	21,66	21-01-2017 09	20,47	23-01-2017 08	18,9
19-01-2017 11	21,69	21-01-2017 10	20,83	23-01-2017 09	19,15
19-01-2017 12	22,02	21-01-2017 11	21,05	23-01-2017 10	19,64
19-01-2017 13	22,33	21-01-2017 12	21,44	23-01-2017 11	19,91
19-01-2017 14	22,55	21-01-2017 13	21,66	23-01-2017 12	20,47
19-01-2017 15	22,97	21-01-2017 14	21,89	23-01-2017 13	20,84
19-01-2017 16	22,97	21-01-2017 15	22,11	23-01-2017 14	21,2
19-01-2017 17	22,94	21-01-2017 16	22,22	23-01-2017 15	21,8
19-01-2017 18	22,72	21-01-2017 17	22,08	23-01-2017 16	22,05
19-01-2017 19	22,86	21-01-2017 18	21,94	23-01-2017 17	22,16
19-01-2017 20	22,7	21-01-2017 19	21,8	23-01-2017 18	22,02
19-01-2017 21	22,47	21-01-2017 20	21,54	23-01-2017 19	22,05
19-01-2017 22	22,11	21-01-2017 21	21,41	23-01-2017 20	22,05
19-01-2017 23	21,91	21-01-2017 22	21,14	23-01-2017 21	21,89
20-01-2017 00	21,69	21-01-2017 23	20,92	23-01-2017 22	21,77
20-01-2017 01	21,53	22-01-2017 00	20,72	23-01-2017 23	21,72
20-01-2017 02	21,3	22-01-2017 01	20,44	24-01-2017 00	21,69
20-01-2017 03	21,19	22-01-2017 02	20,1	24-01-2017 01	21,53
20-01-2017 04	21,06	22-01-2017 03	19,97	24-01-2017 02	21,46
20-01-2017 05	20,92	22-01-2017 04	19,61	24-01-2017 03	21,37
20-01-2017 06	20,97	22-01-2017 05	19,36	24-01-2017 04	21,36
20-01-2017 07	21,13	22-01-2017 06	19,27	24-01-2017 05	21,01
20-01-2017 08	20,86	22-01-2017 07	19,03	24-01-2017 06	20,61
20-01-2017 09	20,58	22-01-2017 08	18,84	24-01-2017 07	20,89

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
24-01-2017 08	20,72	26-01-2017 07	24,7	28-01-2017 06	23,66
24-01-2017 09	20,92	26-01-2017 08	24,58	28-01-2017 07	23,47
24-01-2017 10	21,25	26-01-2017 09	24,48	28-01-2017 08	23,33
24-01-2017 11	21,44	26-01-2017 10	24,51	28-01-2017 09	23,39
24-01-2017 12	21,89	26-01-2017 11	24,51	28-01-2017 10	23,64
24-01-2017 13	22,28	26-01-2017 12	24,43	28-01-2017 11	23,92
24-01-2017 14	22,63	26-01-2017 13	24,35	28-01-2017 12	24,18
24-01-2017 15	23,12	26-01-2017 14	24,44	28-01-2017 13	24,29
24-01-2017 16	23,33	26-01-2017 15	24,84	28-01-2017 14	24,27
24-01-2017 17	23,52	26-01-2017 16	25,12	28-01-2017 15	24,26
24-01-2017 18	23,47	26-01-2017 17	25,01	28-01-2017 16	24,29
24-01-2017 19	23,47	26-01-2017 18	24,92	28-01-2017 17	24,37
24-01-2017 20	23,43	26-01-2017 19	25,06	28-01-2017 18	24,29
24-01-2017 21	23,08	26-01-2017 20	25,15	28-01-2017 19	24,26
24-01-2017 22	23,01	26-01-2017 21	24,73	28-01-2017 20	24,26
24-01-2017 23	22,88	26-01-2017 22	24,81	28-01-2017 21	24,07
25-01-2017 00	22,68	26-01-2017 23	24,98	28-01-2017 22	24,04
25-01-2017 01	22,58	27-01-2017 00	25,15	28-01-2017 23	23,91
25-01-2017 02	22,61	27-01-2017 01	25,15	29-01-2017 00	23,82
25-01-2017 03	22,61	27-01-2017 02	25,04	29-01-2017 01	23,69
25-01-2017 04	22,52	27-01-2017 03	24,81	29-01-2017 02	23,6
25-01-2017 05	22,3	27-01-2017 04	24,93	29-01-2017 03	23,58
25-01-2017 06	22,28	27-01-2017 05	24,88	29-01-2017 04	23,47
25-01-2017 07	22,31	27-01-2017 06	24,87	29-01-2017 05	23,35
25-01-2017 08	22,11	27-01-2017 07	24,93	29-01-2017 06	23,41
25-01-2017 09	22,22	27-01-2017 08	24,95	29-01-2017 07	23,26
25-01-2017 10	22,51	27-01-2017 09	24,7	29-01-2017 08	23,13
25-01-2017 11	22,7	27-01-2017 10	24,84	29-01-2017 09	23,13
25-01-2017 12	23,08	27-01-2017 11	24,87	29-01-2017 10	23,13
25-01-2017 13	23,35	27-01-2017 12	24,87	29-01-2017 11	23,05
25-01-2017 14	23,88	27-01-2017 13	24,65	29-01-2017 12	23,16
25-01-2017 15	24,32	27-01-2017 14	24,54	29-01-2017 13	23,16
25-01-2017 16	24,24	27-01-2017 15	25,01	29-01-2017 14	23,16
25-01-2017 17	24,26	27-01-2017 16	25,09	29-01-2017 15	23,16
25-01-2017 18	24,1	27-01-2017 17	25,26	29-01-2017 16	23,05
25-01-2017 19	24,51	27-01-2017 18	25,02	29-01-2017 17	23,11
25-01-2017 20	24,68	27-01-2017 19	24,9	29-01-2017 18	23,05
25-01-2017 21	24,73	27-01-2017 20	24,9	29-01-2017 19	22,99
25-01-2017 22	24,51	27-01-2017 21	24,87	29-01-2017 20	22,88
25-01-2017 23	24,59	27-01-2017 22	24,43	29-01-2017 21	22,91
26-01-2017 00	24,67	27-01-2017 23	24,24	29-01-2017 22	22,97
26-01-2017 01	24,68	28-01-2017 00	24,26	29-01-2017 23	23,02
26-01-2017 02	24,57	28-01-2017 01	24,17	30-01-2017 00	23,08
26-01-2017 03	24,46	28-01-2017 02	24,21	30-01-2017 01	23,19
26-01-2017 04	24,61	28-01-2017 03	24,18	30-01-2017 02	23,27
26-01-2017 05	24,54	28-01-2017 04	23,99	30-01-2017 03	23,27
26-01-2017 06	24,65	28-01-2017 05	23,87	30-01-2017 04	23,36

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
30-01-2017 05	23,3	01-02-2017 04	23,22	03-02-2017 03	24,15
30-01-2017 06	23,38	01-02-2017 05	23,03	03-02-2017 04	23,33
30-01-2017 07	23,6	01-02-2017 06	22,65	03-02-2017 05	23,94
30-01-2017 08	23,71	01-02-2017 07	22,8	03-02-2017 06	24,1
30-01-2017 09	23,88	01-02-2017 08	22,72	03-02-2017 07	24,24
30-01-2017 10	23,93	01-02-2017 09	22,99	03-02-2017 08	24,24
30-01-2017 11	23,65	01-02-2017 10	23,22	03-02-2017 09	24,35
30-01-2017 12	23,7	01-02-2017 11	23,16	03-02-2017 10	24,43
30-01-2017 13	24,01	01-02-2017 12	23,3	03-02-2017 11	24,57
30-01-2017 14	24,36	01-02-2017 13	23,44	03-02-2017 12	24,35
30-01-2017 15	24,59	01-02-2017 14	23,47	03-02-2017 13	24,15
30-01-2017 16	24,84	01-02-2017 15	23,6	03-02-2017 14	24,24
30-01-2017 17	24,83	01-02-2017 16	23,85	03-02-2017 15	24,54
30-01-2017 18	24,7	01-02-2017 17	24,19	03-02-2017 16	24,79
30-01-2017 19	24,87	01-02-2017 18	23,88	03-02-2017 17	24,66
30-01-2017 20	24,95	01-02-2017 19	24,04	03-02-2017 18	24,76
30-01-2017 21	25,17	01-02-2017 20	24,04	03-02-2017 19	25
30-01-2017 22	24,92	01-02-2017 21	24,03	03-02-2017 20	25,12
30-01-2017 23	24,98	01-02-2017 22	23,85	03-02-2017 21	25,17
31-01-2017 00	24,92	01-02-2017 23	23,8	03-02-2017 22	25,26
31-01-2017 01	25,02	02-02-2017 00	23,88	03-02-2017 23	25,34
31-01-2017 02	24,9	02-02-2017 01	23,88	04-02-2017 00	25,48
31-01-2017 03	24,9	02-02-2017 02	23,84	04-02-2017 01	25,4
31-01-2017 04	24,84	02-02-2017 03	23,85	04-02-2017 02	25,48
31-01-2017 05	24,87	02-02-2017 04	23,88	04-02-2017 03	25,65
31-01-2017 06	24,91	02-02-2017 05	23,58	04-02-2017 04	25,78
31-01-2017 07	24,92	02-02-2017 06	23,21	04-02-2017 05	25,83
31-01-2017 08	24,81	02-02-2017 07	23,44	04-02-2017 06	25,87
31-01-2017 09	24,43	02-02-2017 08	23,29	04-02-2017 07	25,91
31-01-2017 10	24,37	02-02-2017 09	23,19	04-02-2017 08	26,01
31-01-2017 11	24,21	02-02-2017 10	23,19	04-02-2017 09	25,76
31-01-2017 12	24,04	02-02-2017 11	22,68	04-02-2017 10	25,7
31-01-2017 13	23,93	02-02-2017 12	23,08	04-02-2017 11	25,82
31-01-2017 14	23,91	02-02-2017 13	23,19	04-02-2017 12	25,62
31-01-2017 15	24,18	02-02-2017 14	23,41	04-02-2017 13	25,49
31-01-2017 16	24,32	02-02-2017 15	23,49	04-02-2017 14	25,2
31-01-2017 17	24,21	02-02-2017 16	23,77	04-02-2017 15	25,37
31-01-2017 18	24,09	02-02-2017 17	23,93	04-02-2017 16	25,29
31-01-2017 19	24,14	02-02-2017 18	23,93	04-02-2017 17	25,45
31-01-2017 20	23,91	02-02-2017 19	23,91	04-02-2017 18	25,4
31-01-2017 21	23,75	02-02-2017 20	23,99	04-02-2017 19	25,51
31-01-2017 22	23,71	02-02-2017 21	23,91	04-02-2017 20	25,48
31-01-2017 23	23,66	02-02-2017 22	24,04	04-02-2017 21	25,51
01-02-2017 00	23,59	02-02-2017 23	24,15	04-02-2017 22	25,42
01-02-2017 01	23,63	03-02-2017 00	24,24	04-02-2017 23	25,17
01-02-2017 02	23,44	03-02-2017 01	24,3	05-02-2017 00	24,95
01-02-2017 03	23,24	03-02-2017 02	24,23	05-02-2017 01	24,84

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
05-02-2017 02	24,77	07-02-2017 01	25,56	09-02-2017 00	22,91
05-02-2017 03	24,73	07-02-2017 02	25,45	09-02-2017 01	22,94
05-02-2017 04	24,57	07-02-2017 03	25,34	09-02-2017 02	22,66
05-02-2017 05	24,51	07-02-2017 04	25,37	09-02-2017 03	22,55
05-02-2017 06	24,37	07-02-2017 05	25,26	09-02-2017 04	22,36
05-02-2017 07	24,48	07-02-2017 06	25,15	09-02-2017 05	22,33
05-02-2017 08	24,43	07-02-2017 07	25,15	09-02-2017 06	22,23
05-02-2017 09	24,32	07-02-2017 08	24,54	09-02-2017 07	22,16
05-02-2017 10	24,43	07-02-2017 09	24,22	09-02-2017 08	22,22
05-02-2017 11	24,51	07-02-2017 10	24,32	09-02-2017 09	22,42
05-02-2017 12	24,57	07-02-2017 11	24,37	09-02-2017 10	22,67
05-02-2017 13	24,65	07-02-2017 12	24,59	09-02-2017 11	22,91
05-02-2017 14	24,76	07-02-2017 13	24,59	09-02-2017 12	23,19
05-02-2017 15	24,76	07-02-2017 14	24,62	09-02-2017 13	23,33
05-02-2017 16	24,79	07-02-2017 15	24,7	09-02-2017 14	23,27
05-02-2017 17	24,79	07-02-2017 16	24,73	09-02-2017 15	23,77
05-02-2017 18	24,7	07-02-2017 17	24,58	09-02-2017 16	24,03
05-02-2017 19	24,68	07-02-2017 18	24,2	09-02-2017 17	24,15
05-02-2017 20	24,68	07-02-2017 19	24,37	09-02-2017 18	23,81
05-02-2017 21	24,7	07-02-2017 20	24,26	09-02-2017 19	23,71
05-02-2017 22	24,73	07-02-2017 21	24,02	09-02-2017 20	23,82
05-02-2017 23	24,68	07-02-2017 22	23,74	09-02-2017 21	23,83
06-02-2017 00	24,73	07-02-2017 23	23,58	09-02-2017 22	23,71
06-02-2017 01	24,84	08-02-2017 00	23,55	09-02-2017 23	23,74
06-02-2017 02	24,9	08-02-2017 01	23,44	10-02-2017 00	23,47
06-02-2017 03	24,94	08-02-2017 02	23,19	10-02-2017 01	23,46
06-02-2017 04	25,01	08-02-2017 03	23,08	10-02-2017 02	23,3
06-02-2017 05	25,06	08-02-2017 04	22,83	10-02-2017 03	23,05
06-02-2017 06	25,04	08-02-2017 05	22,41	10-02-2017 04	23,02
06-02-2017 07	25,15	08-02-2017 06	22,1	10-02-2017 05	22,8
06-02-2017 08	24,87	08-02-2017 07	21,85	10-02-2017 06	22,11
06-02-2017 09	24,76	08-02-2017 08	21,66	10-02-2017 07	22,44
06-02-2017 10	24,76	08-02-2017 09	21,77	10-02-2017 08	22,52
06-02-2017 11	24,76	08-02-2017 10	22	10-02-2017 09	22,66
06-02-2017 12	24,82	08-02-2017 11	22,27	10-02-2017 10	22,33
06-02-2017 13	24,9	08-02-2017 12	22,41	10-02-2017 11	22,69
06-02-2017 14	24,92	08-02-2017 13	22,84	10-02-2017 12	22,91
06-02-2017 15	24,92	08-02-2017 14	22,61	10-02-2017 13	22,8
06-02-2017 16	24,9	08-02-2017 15	22,95	10-02-2017 14	23,02
06-02-2017 17	24,84	08-02-2017 16	23,21	10-02-2017 15	23,47
06-02-2017 18	24,89	08-02-2017 17	23,24	10-02-2017 16	23,62
06-02-2017 19	25,4	08-02-2017 18	23,04	10-02-2017 17	23,71
06-02-2017 20	25,57	08-02-2017 19	23,38	10-02-2017 18	23,6
06-02-2017 21	25,65	08-02-2017 20	23,41	10-02-2017 19	23,58
06-02-2017 22	25,77	08-02-2017 21	23,27	10-02-2017 20	23,66
06-02-2017 23	25,81	08-02-2017 22	22,41	10-02-2017 21	23,69
07-02-2017 00	25,67	08-02-2017 23	22,96	10-02-2017 22	23,52

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
10-02-2017 23	23,49	12-02-2017 22	21,19	14-02-2017 21	24,76
11-02-2017 00	23,49	12-02-2017 23	21,28	14-02-2017 22	24,57
11-02-2017 01	23,3	13-02-2017 00	21,25	14-02-2017 23	24,59
11-02-2017 02	22,71	13-02-2017 01	21,25	15-02-2017 00	24,65
11-02-2017 03	22,38	13-02-2017 02	21,25	15-02-2017 01	24,54
11-02-2017 04	22,52	13-02-2017 03	21,19	15-02-2017 02	24,59
11-02-2017 05	22,61	13-02-2017 04	21,19	15-02-2017 03	24,59
11-02-2017 06	22,52	13-02-2017 05	21,16	15-02-2017 04	24,59
11-02-2017 07	22,52	13-02-2017 06	21,19	15-02-2017 05	24,46
11-02-2017 08	22,52	13-02-2017 07	21,29	15-02-2017 06	24,4
11-02-2017 09	22,58	13-02-2017 08	21,39	15-02-2017 07	24,35
11-02-2017 10	22,72	13-02-2017 09	21,64	15-02-2017 08	24,39
11-02-2017 11	22,91	13-02-2017 10	21,77	15-02-2017 09	24,59
11-02-2017 12	23,19	13-02-2017 11	22,02	15-02-2017 10	24,52
11-02-2017 13	23,49	13-02-2017 12	22,3	15-02-2017 11	24,65
11-02-2017 14	23,6	13-02-2017 13	22,6	15-02-2017 12	24,81
11-02-2017 15	23,71	13-02-2017 14	22,61	15-02-2017 13	25,06
11-02-2017 16	23,85	13-02-2017 15	22,88	15-02-2017 14	25,09
11-02-2017 17	23,82	13-02-2017 16	23,05	15-02-2017 15	25,4
11-02-2017 18	23,66	13-02-2017 17	23,19	15-02-2017 16	25,54
11-02-2017 19	23,47	13-02-2017 18	22,97	15-02-2017 17	25,65
11-02-2017 20	23,35	13-02-2017 19	23,16	15-02-2017 18	25,53
11-02-2017 21	23,22	13-02-2017 20	23,22	15-02-2017 19	25,42
11-02-2017 22	23,08	13-02-2017 21	23,35	15-02-2017 20	25,29
11-02-2017 23	22,8	13-02-2017 22	23,35	15-02-2017 21	25,11
12-02-2017 00	22,66	13-02-2017 23	23,4	15-02-2017 22	24,91
12-02-2017 01	22,58	14-02-2017 00	23,33	15-02-2017 23	24,87
12-02-2017 02	22,42	14-02-2017 01	23,27	16-02-2017 00	24,68
12-02-2017 03	22,27	14-02-2017 02	23,22	16-02-2017 01	24,35
12-02-2017 04	22,14	14-02-2017 03	23,33	16-02-2017 02	24,15
12-02-2017 05	21,97	14-02-2017 04	23,24	16-02-2017 03	24,04
12-02-2017 06	21,89	14-02-2017 05	23,26	16-02-2017 04	23,16
12-02-2017 07	21,89	14-02-2017 06	23,27	16-02-2017 05	23,23
12-02-2017 08	21,78	14-02-2017 07	23,33	16-02-2017 06	23,11
12-02-2017 09	21,58	14-02-2017 08	23,33	16-02-2017 07	23,02
12-02-2017 10	21,5	14-02-2017 09	23,41	16-02-2017 08	22,97
12-02-2017 11	21,41	14-02-2017 10	23,58	16-02-2017 09	23,26
12-02-2017 12	21,41	14-02-2017 11	23,47	16-02-2017 10	23,6
12-02-2017 13	21,42	14-02-2017 12	23,63	16-02-2017 11	23,96
12-02-2017 14	21,51	14-02-2017 13	23,63	16-02-2017 12	24,24
12-02-2017 15	21,55	14-02-2017 14	23,65	16-02-2017 13	24,37
12-02-2017 16	21,38	14-02-2017 15	24,07	16-02-2017 14	24,51
12-02-2017 17	21,37	14-02-2017 16	24,24	16-02-2017 15	24,91
12-02-2017 18	21,36	14-02-2017 17	24,45	16-02-2017 16	25,09
12-02-2017 19	21,25	14-02-2017 18	24,46	16-02-2017 17	25,12
12-02-2017 20	21,3	14-02-2017 19	24,72	16-02-2017 18	25,01
12-02-2017 21	21,19	14-02-2017 20	24,79	16-02-2017 19	24,9

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
16-02-2017 20	24,79	18-02-2017 19	22,99	20-02-2017 18	24,24
16-02-2017 21	24,65	18-02-2017 20	22,75	20-02-2017 19	24,14
16-02-2017 22	24,48	18-02-2017 21	22,63	20-02-2017 20	24,02
16-02-2017 23	24,24	18-02-2017 22	22,41	20-02-2017 21	24,1
17-02-2017 00	24,13	18-02-2017 23	22,22	20-02-2017 22	23,91
17-02-2017 01	23,93	19-02-2017 00	22	20-02-2017 23	23,91
17-02-2017 02	23,8	19-02-2017 01	21,94	21-02-2017 00	23,82
17-02-2017 03	23,67	19-02-2017 02	21,77	21-02-2017 01	23,66
17-02-2017 04	23,58	19-02-2017 03	21,64	21-02-2017 02	23,47
17-02-2017 05	23,19	19-02-2017 04	21,58	21-02-2017 03	23,3
17-02-2017 06	23,16	19-02-2017 05	21,44	21-02-2017 04	23,24
17-02-2017 07	22,99	19-02-2017 06	21,19	21-02-2017 05	22,94
17-02-2017 08	22,76	19-02-2017 07	21,08	21-02-2017 06	22,69
17-02-2017 09	22,52	19-02-2017 08	21,14	21-02-2017 07	22,79
17-02-2017 10	22,97	19-02-2017 09	21,14	21-02-2017 08	22,69
17-02-2017 11	23,22	19-02-2017 10	21,33	21-02-2017 09	23,03
17-02-2017 12	23,69	19-02-2017 11	21,53	21-02-2017 10	23,43
17-02-2017 13	23,99	19-02-2017 12	21,72	21-02-2017 11	23,8
17-02-2017 14	24,21	19-02-2017 13	21,98	21-02-2017 12	24,29
17-02-2017 15	24,43	19-02-2017 14	22,22	21-02-2017 13	24,46
17-02-2017 16	24,4	19-02-2017 15	22,49	21-02-2017 14	24,87
17-02-2017 17	24,65	19-02-2017 16	22,58	21-02-2017 15	25,2
17-02-2017 18	24,62	19-02-2017 17	22,63	21-02-2017 16	25,48
17-02-2017 19	24,41	19-02-2017 18	22,63	21-02-2017 17	25,67
17-02-2017 20	24,37	19-02-2017 19	22,49	21-02-2017 18	25,53
17-02-2017 21	24,18	19-02-2017 20	22,31	21-02-2017 19	25,42
17-02-2017 22	24,1	19-02-2017 21	22,27	21-02-2017 20	25,29
17-02-2017 23	24,13	19-02-2017 22	22,25	21-02-2017 21	25,17
18-02-2017 00	23,96	19-02-2017 23	22,05	21-02-2017 22	25,06
18-02-2017 01	23,77	20-02-2017 00	21,91	21-02-2017 23	24,84
18-02-2017 02	23,77	20-02-2017 01	21,77	22-02-2017 00	24,65
18-02-2017 03	23,66	20-02-2017 02	21,68	22-02-2017 01	24,37
18-02-2017 04	23,6	20-02-2017 03	21,61	22-02-2017 02	24,21
18-02-2017 05	23,49	20-02-2017 04	21,36	22-02-2017 03	23,96
18-02-2017 06	23,44	20-02-2017 05	21,25	22-02-2017 04	23,63
18-02-2017 07	23,3	20-02-2017 06	21,25	22-02-2017 05	23,47
18-02-2017 08	23,24	20-02-2017 07	21,28	22-02-2017 06	23,16
18-02-2017 09	23,24	20-02-2017 08	21,25	22-02-2017 07	23,16
18-02-2017 10	23,35	20-02-2017 09	21,55	22-02-2017 08	23,11
18-02-2017 11	23,38	20-02-2017 10	21,89	22-02-2017 09	23,17
18-02-2017 12	23,49	20-02-2017 11	22,19	22-02-2017 10	23,35
18-02-2017 13	23,6	20-02-2017 12	22,55	22-02-2017 11	23,69
18-02-2017 14	23,6	20-02-2017 13	22,97	22-02-2017 12	24,07
18-02-2017 15	23,6	20-02-2017 14	23,3	22-02-2017 13	24,43
18-02-2017 16	23,54	20-02-2017 15	23,82	22-02-2017 14	24,68
18-02-2017 17	23,35	20-02-2017 16	24,1	22-02-2017 15	25,04
18-02-2017 18	23,25	20-02-2017 17	24,29	22-02-2017 16	25,48

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
22-02-2017 17	25,59	24-02-2017 16	26,01	26-02-2017 15	22,94
22-02-2017 18	25,4	24-02-2017 17	26,06	26-02-2017 16	22,88
22-02-2017 19	25,23	24-02-2017 18	25,91	26-02-2017 17	22,91
22-02-2017 20	25,04	24-02-2017 19	25,78	26-02-2017 18	22,85
22-02-2017 21	25,01	24-02-2017 20	25,42	26-02-2017 19	22,8
22-02-2017 22	24,62	24-02-2017 21	25,22	26-02-2017 20	22,61
22-02-2017 23	24,57	24-02-2017 22	25,04	26-02-2017 21	22,66
23-02-2017 00	24,13	24-02-2017 23	24,98	26-02-2017 22	22,55
23-02-2017 01	24	25-02-2017 00	24,62	26-02-2017 23	22,61
23-02-2017 02	23,93	25-02-2017 01	24,4	27-02-2017 00	22,44
23-02-2017 03	23,74	25-02-2017 02	24,24	27-02-2017 01	22,5
23-02-2017 04	23,47	25-02-2017 03	24,18	27-02-2017 02	22,38
23-02-2017 05	23,09	25-02-2017 04	24,04	27-02-2017 03	22,38
23-02-2017 06	23,11	25-02-2017 05	23,71	27-02-2017 04	22,39
23-02-2017 07	23,18	25-02-2017 06	23,55	27-02-2017 05	22,3
23-02-2017 08	23,13	25-02-2017 07	23,27	27-02-2017 06	22,27
23-02-2017 09	23,14	25-02-2017 08	23,27	27-02-2017 07	22,3
23-02-2017 10	22,97	25-02-2017 09	23,33	27-02-2017 08	22,3
23-02-2017 11	23,57	25-02-2017 10	23,6	27-02-2017 09	22,33
23-02-2017 12	23,99	25-02-2017 11	23,82	27-02-2017 10	22,36
23-02-2017 13	24,29	25-02-2017 12	24,1	27-02-2017 11	22,35
23-02-2017 14	24,59	25-02-2017 13	24,35	27-02-2017 12	22,44
23-02-2017 15	24,81	25-02-2017 14	24,51	27-02-2017 13	22,61
23-02-2017 16	25,01	25-02-2017 15	24,59	27-02-2017 14	22,5
23-02-2017 17	25,19	25-02-2017 16	24,54	27-02-2017 15	22,66
23-02-2017 18	25,31	25-02-2017 17	24,41	27-02-2017 16	22,61
23-02-2017 19	25,27	25-02-2017 18	24,26	27-02-2017 17	22,69
23-02-2017 20	25,23	25-02-2017 19	24,1	27-02-2017 18	22,57
23-02-2017 21	25,15	25-02-2017 20	23,82	27-02-2017 19	22,47
23-02-2017 22	25,12	25-02-2017 21	23,71	27-02-2017 20	22,55
23-02-2017 23	25,26	25-02-2017 22	23,45	27-02-2017 21	22,39
24-02-2017 00	25,15	25-02-2017 23	23,38	27-02-2017 22	22,38
24-02-2017 01	25,01	26-02-2017 00	23,27	27-02-2017 23	22,19
24-02-2017 02	24,95	26-02-2017 01	23,26	28-02-2017 00	22,14
24-02-2017 03	24,98	26-02-2017 02	23,22	28-02-2017 01	22,11
24-02-2017 04	24,87	26-02-2017 03	22,99	28-02-2017 02	22,08
24-02-2017 05	24,82	26-02-2017 04	23,02	28-02-2017 03	21,95
24-02-2017 06	24,76	26-02-2017 05	22,88	28-02-2017 04	21,94
24-02-2017 07	24,66	26-02-2017 06	22,75	28-02-2017 05	21,86
24-02-2017 08	24,73	26-02-2017 07	22,65	28-02-2017 06	21,8
24-02-2017 09	24,65	26-02-2017 08	22,58	28-02-2017 07	21,86
24-02-2017 10	24,79	26-02-2017 09	22,5	28-02-2017 08	21,75
24-02-2017 11	24,84	26-02-2017 10	22,55	28-02-2017 09	21,86
24-02-2017 12	25,09	26-02-2017 11	22,61	28-02-2017 10	21,86
24-02-2017 13	25,37	26-02-2017 12	22,75	28-02-2017 11	21,91
24-02-2017 14	25,59	26-02-2017 13	22,91	28-02-2017 12	21,91
24-02-2017 15	25,81	26-02-2017 14	22,99	28-02-2017 13	22,02

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
28-02-2017 14	22,05	02-03-2017 13	24,04	04-03-2017 12	23,1
28-02-2017 15	22,08	02-03-2017 14	23,94	04-03-2017 13	23,37
28-02-2017 16	22,14	02-03-2017 15	24,04	04-03-2017 14	23,44
28-02-2017 17	22,23	02-03-2017 16	24,07	04-03-2017 15	23,58
28-02-2017 18	22,22	02-03-2017 17	24,07	04-03-2017 16	23,52
28-02-2017 19	22,08	02-03-2017 18	23,91	04-03-2017 17	23,47
28-02-2017 20	22,02	02-03-2017 19	23,93	04-03-2017 18	23,55
28-02-2017 21	21,77	02-03-2017 20	24,07	04-03-2017 19	23,44
28-02-2017 22	21,64	02-03-2017 21	24,15	04-03-2017 20	23,47
28-02-2017 23	21,72	02-03-2017 22	23,96	04-03-2017 21	23,33
01-03-2017 00	21,77	02-03-2017 23	23,99	04-03-2017 22	23,22
01-03-2017 01	21,77	03-03-2017 00	23,99	04-03-2017 23	23,13
01-03-2017 02	21,83	03-03-2017 01	23,88	05-03-2017 00	23,19
01-03-2017 03	21,89	03-03-2017 02	23,99	05-03-2017 01	23,11
01-03-2017 04	21,94	03-03-2017 03	24	05-03-2017 02	23,02
01-03-2017 05	21,94	03-03-2017 04	23,95	05-03-2017 03	22,97
01-03-2017 06	21,94	03-03-2017 05	23,71	05-03-2017 04	22,83
01-03-2017 07	22,05	03-03-2017 06	23,58	05-03-2017 05	22,77
01-03-2017 08	22,08	03-03-2017 07	23,49	05-03-2017 06	22,66
01-03-2017 09	22,25	03-03-2017 08	23,44	05-03-2017 07	22,72
01-03-2017 10	22,41	03-03-2017 09	23,33	05-03-2017 08	22,61
01-03-2017 11	22,41	03-03-2017 10	23,27	05-03-2017 09	22,66
01-03-2017 12	22,55	03-03-2017 11	23,27	05-03-2017 10	22,66
01-03-2017 13	22,66	03-03-2017 12	23,29	05-03-2017 11	22,72
01-03-2017 14	22,86	03-03-2017 13	23,16	05-03-2017 12	22,78
01-03-2017 15	23,22	03-03-2017 14	23,19	05-03-2017 13	22,96
01-03-2017 16	23,35	03-03-2017 15	23,49	05-03-2017 14	22,98
01-03-2017 17	23,55	03-03-2017 16	23,44	05-03-2017 15	23,05
01-03-2017 18	23,55	03-03-2017 17	23,44	05-03-2017 16	23,05
01-03-2017 19	23,6	03-03-2017 18	23,36	05-03-2017 17	23,01
01-03-2017 20	23,6	03-03-2017 19	23,3	05-03-2017 18	22,88
01-03-2017 21	23,71	03-03-2017 20	23,29	05-03-2017 19	22,91
01-03-2017 22	23,63	03-03-2017 21	22,86	05-03-2017 20	23,02
01-03-2017 23	23,69	03-03-2017 22	22,94	05-03-2017 21	23,05
02-03-2017 00	23,71	03-03-2017 23	22,94	05-03-2017 22	23,08
02-03-2017 01	23,71	04-03-2017 00	22,94	05-03-2017 23	22,99
02-03-2017 02	23,74	04-03-2017 01	22,77	06-03-2017 00	23,24
02-03-2017 03	23,82	04-03-2017 02	22,83	06-03-2017 01	23,25
02-03-2017 04	23,82	04-03-2017 03	22,52	06-03-2017 02	23,38
02-03-2017 05	23,76	04-03-2017 04	22,5	06-03-2017 03	23,36
02-03-2017 06	23,77	04-03-2017 05	22,37	06-03-2017 04	23,42
02-03-2017 07	23,82	04-03-2017 06	22,38	06-03-2017 05	23,38
02-03-2017 08	23,77	04-03-2017 07	22,25	06-03-2017 06	23,49
02-03-2017 09	23,72	04-03-2017 08	22,14	06-03-2017 07	23,66
02-03-2017 10	23,83	04-03-2017 09	22,35	06-03-2017 08	23,71
02-03-2017 11	23,93	04-03-2017 10	22,55	06-03-2017 09	23,63
02-03-2017 12	23,93	04-03-2017 11	22,77	06-03-2017 10	23,78

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
06-03-2017 11	23,93	08-03-2017 10	23,27	10-03-2017 09	25,06
06-03-2017 12	24,02	08-03-2017 11	23,63	10-03-2017 10	25,32
06-03-2017 13	24,21	08-03-2017 12	24,04	10-03-2017 11	25,67
06-03-2017 14	24,48	08-03-2017 13	24,46	10-03-2017 12	26,16
06-03-2017 15	24,65	08-03-2017 14	24,76	10-03-2017 13	26,51
06-03-2017 16	24,84	08-03-2017 15	25,26	10-03-2017 14	26,67
06-03-2017 17	24,9	08-03-2017 16	25,52	10-03-2017 15	26,92
06-03-2017 18	24,76	08-03-2017 17	25,76	10-03-2017 16	26,95
06-03-2017 19	24,7	08-03-2017 18	25,65	10-03-2017 17	27,06
06-03-2017 20	24,65	08-03-2017 19	25,41	10-03-2017 18	26,7
06-03-2017 21	24,43	08-03-2017 20	25,15	10-03-2017 19	26,48
06-03-2017 22	24,35	08-03-2017 21	25,12	10-03-2017 20	26,28
06-03-2017 23	24,29	08-03-2017 22	24,84	10-03-2017 21	25,95
07-03-2017 00	24,21	08-03-2017 23	24,7	10-03-2017 22	25,73
07-03-2017 01	24,18	09-03-2017 00	24,62	10-03-2017 23	25,62
07-03-2017 02	24,09	09-03-2017 01	24,46	11-03-2017 00	25,51
07-03-2017 03	23,98	09-03-2017 02	24,16	11-03-2017 01	25,24
07-03-2017 04	23,85	09-03-2017 03	23,91	11-03-2017 02	25,12
07-03-2017 05	23,71	09-03-2017 04	23,86	11-03-2017 03	25,04
07-03-2017 06	23,71	09-03-2017 05	23,41	11-03-2017 04	24,95
07-03-2017 07	23,66	09-03-2017 06	23,49	11-03-2017 05	24,7
07-03-2017 08	23,8	09-03-2017 07	23,57	11-03-2017 06	24,7
07-03-2017 09	23,8	09-03-2017 08	23,77	11-03-2017 07	24,56
07-03-2017 10	23,76	09-03-2017 09	24,11	11-03-2017 08	24,1
07-03-2017 11	23,85	09-03-2017 10	24,24	11-03-2017 09	23,96
07-03-2017 12	24,02	09-03-2017 11	24,68	11-03-2017 10	23,93
07-03-2017 13	24,1	09-03-2017 12	25,2	11-03-2017 11	23,96
07-03-2017 14	24,32	09-03-2017 13	25,7	11-03-2017 12	23,93
07-03-2017 15	24,62	09-03-2017 14	26,01	11-03-2017 13	23,93
07-03-2017 16	24,92	09-03-2017 15	26,63	11-03-2017 14	24,08
07-03-2017 17	25,01	09-03-2017 16	26,98	11-03-2017 15	24,24
07-03-2017 18	24,9	09-03-2017 17	27,2	11-03-2017 16	24,26
07-03-2017 19	24,87	09-03-2017 18	27,02	11-03-2017 17	24,18
07-03-2017 20	24,68	09-03-2017 19	26,76	11-03-2017 18	24,13
07-03-2017 21	24,59	09-03-2017 20	26,48	11-03-2017 19	23,44
07-03-2017 22	24,26	09-03-2017 21	26,45	11-03-2017 20	23,6
07-03-2017 23	24,13	09-03-2017 22	26,09	11-03-2017 21	23,4
08-03-2017 00	23,88	09-03-2017 23	25,98	11-03-2017 22	22,96
08-03-2017 01	23,71	10-03-2017 00	25,78	11-03-2017 23	22,47
08-03-2017 02	23,62	10-03-2017 01	25,65	12-03-2017 00	22,08
08-03-2017 03	23,38	10-03-2017 02	25,48	12-03-2017 01	21,68
08-03-2017 04	23,11	10-03-2017 03	25,37	12-03-2017 02	21,5
08-03-2017 05	22,94	10-03-2017 04	25,2	12-03-2017 03	21,25
08-03-2017 06	22,86	10-03-2017 05	24,95	12-03-2017 04	21,25
08-03-2017 07	22,83	10-03-2017 06	24,98	12-03-2017 05	20,94
08-03-2017 08	22,94	10-03-2017 07	24,87	12-03-2017 06	20,8
08-03-2017 09	23,05	10-03-2017 08	24,92	12-03-2017 07	20,69

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
12-03-2017 08	20,67	14-03-2017 07	22,69	16-03-2017 06	24,46
12-03-2017 09	20,75	14-03-2017 08	22,88	16-03-2017 07	24,43
12-03-2017 10	20,93	14-03-2017 09	23,22	16-03-2017 08	24,48
12-03-2017 11	20,97	14-03-2017 10	23,47	16-03-2017 09	24,54
12-03-2017 12	21,25	14-03-2017 11	23,74	16-03-2017 10	24,87
12-03-2017 13	21,39	14-03-2017 12	24,13	16-03-2017 11	25,12
12-03-2017 14	21,41	14-03-2017 13	24,52	16-03-2017 12	25,55
12-03-2017 15	21,41	14-03-2017 14	25,04	16-03-2017 13	25,77
12-03-2017 16	21,39	14-03-2017 15	25,48	16-03-2017 14	25,84
12-03-2017 17	21,22	14-03-2017 16	25,76	16-03-2017 15	25,98
12-03-2017 18	21,14	14-03-2017 17	26,12	16-03-2017 16	25,95
12-03-2017 19	20,89	14-03-2017 18	26,26	16-03-2017 17	26,06
12-03-2017 20	20,71	14-03-2017 19	26,06	16-03-2017 18	25,98
12-03-2017 21	20,58	14-03-2017 20	25,7	16-03-2017 19	25,67
12-03-2017 22	20,47	14-03-2017 21	25,65	16-03-2017 20	25,29
12-03-2017 23	20,61	14-03-2017 22	25,25	16-03-2017 21	25,11
13-03-2017 00	20,53	14-03-2017 23	25,13	16-03-2017 22	24,73
13-03-2017 01	20,31	15-03-2017 00	24,95	16-03-2017 23	24,26
13-03-2017 02	20,17	15-03-2017 01	24,84	17-03-2017 00	23,82
13-03-2017 03	20,03	15-03-2017 02	24,7	17-03-2017 01	23,13
13-03-2017 04	20,06	15-03-2017 03	24,59	17-03-2017 02	22,75
13-03-2017 05	19,92	15-03-2017 04	24,43	17-03-2017 03	22,05
13-03-2017 06	19,81	15-03-2017 05	24,26	17-03-2017 04	21,72
13-03-2017 07	19,78	15-03-2017 06	24,04	17-03-2017 05	21,94
13-03-2017 08	19,85	15-03-2017 07	24,04	17-03-2017 06	21,4
13-03-2017 09	20,25	15-03-2017 08	24,21	17-03-2017 07	21,89
13-03-2017 10	20,67	15-03-2017 09	24,37	17-03-2017 08	22,78
13-03-2017 11	21,3	15-03-2017 10	24,73	17-03-2017 09	22,88
13-03-2017 12	21,46	15-03-2017 11	25,09	17-03-2017 10	23,41
13-03-2017 13	21,66	15-03-2017 12	25,59	17-03-2017 11	23,86
13-03-2017 14	22,14	15-03-2017 13	26,1	17-03-2017 12	24,29
13-03-2017 15	22,49	15-03-2017 14	26,56	17-03-2017 13	24,83
13-03-2017 16	22,77	15-03-2017 15	27,09	17-03-2017 14	25,19
13-03-2017 17	22,94	15-03-2017 16	27,4	17-03-2017 15	25,37
13-03-2017 18	22,97	15-03-2017 17	27,37	17-03-2017 16	25,37
13-03-2017 19	23,08	15-03-2017 18	27,12	17-03-2017 17	25,4
13-03-2017 20	23,13	15-03-2017 19	26,87	17-03-2017 18	25,48
13-03-2017 21	23,08	15-03-2017 20	26,42	17-03-2017 19	25,31
13-03-2017 22	22,94	15-03-2017 21	26,25	17-03-2017 20	25,23
13-03-2017 23	22,88	15-03-2017 22	25,95	17-03-2017 21	24,99
14-03-2017 00	22,86	15-03-2017 23	25,78	17-03-2017 22	24,81
14-03-2017 01	22,91	16-03-2017 00	25,31	17-03-2017 23	24,73
14-03-2017 02	22,88	16-03-2017 01	25,31	18-03-2017 00	24,51
14-03-2017 03	22,87	16-03-2017 02	25,04	18-03-2017 01	24,16
14-03-2017 04	22,83	16-03-2017 03	24,83	18-03-2017 02	23,88
14-03-2017 05	22,71	16-03-2017 04	24,81	18-03-2017 03	23,55
14-03-2017 06	22,69	16-03-2017 05	24,54	18-03-2017 04	23,26

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
18-03-2017 05	23,24	20-03-2017 04	21,5	22-03-2017 03	23,36
18-03-2017 06	23,04	20-03-2017 05	21,62	22-03-2017 04	23,33
18-03-2017 07	22,94	20-03-2017 06	21,58	22-03-2017 05	23,08
18-03-2017 08	22,99	20-03-2017 07	21,61	22-03-2017 06	23,16
18-03-2017 09	22,45	20-03-2017 08	21,75	22-03-2017 07	22,88
18-03-2017 10	22,99	20-03-2017 09	21,83	22-03-2017 08	22,91
18-03-2017 11	23,33	20-03-2017 10	22	22-03-2017 09	23,02
18-03-2017 12	23,8	20-03-2017 11	21,89	22-03-2017 10	22,91
18-03-2017 13	24,07	20-03-2017 12	22,29	22-03-2017 11	23,11
18-03-2017 14	24,48	20-03-2017 13	22,4	22-03-2017 12	22,88
18-03-2017 15	24,62	20-03-2017 14	22,66	22-03-2017 13	22,51
18-03-2017 16	24,76	20-03-2017 15	23,05	22-03-2017 14	22,88
18-03-2017 17	24,84	20-03-2017 16	23,19	22-03-2017 15	22,94
18-03-2017 18	24,73	20-03-2017 17	23,35	22-03-2017 16	22,67
18-03-2017 19	24,54	20-03-2017 18	23,3	22-03-2017 17	22,75
18-03-2017 20	24,04	20-03-2017 19	23,24	22-03-2017 18	22,81
18-03-2017 21	23,88	20-03-2017 20	23,24	22-03-2017 19	22,77
18-03-2017 22	23,22	20-03-2017 21	23,38	22-03-2017 20	22,94
18-03-2017 23	23,11	20-03-2017 22	22,94	22-03-2017 21	22,69
19-03-2017 00	22,5	20-03-2017 23	23,16	22-03-2017 22	21,28
19-03-2017 01	22,08	21-03-2017 00	23,27	22-03-2017 23	22,25
19-03-2017 02	21,5	21-03-2017 01	23,22	23-03-2017 00	22,25
19-03-2017 03	21,05	21-03-2017 02	23,13	23-03-2017 01	21,96
19-03-2017 04	20,5	21-03-2017 03	23,11	23-03-2017 02	22,08
19-03-2017 05	19,95	21-03-2017 04	23,11	23-03-2017 03	21,86
19-03-2017 06	20	21-03-2017 05	22,85	23-03-2017 04	21,72
19-03-2017 07	19,75	21-03-2017 06	22,8	23-03-2017 05	21,47
19-03-2017 08	19,62	21-03-2017 07	22,72	23-03-2017 06	21,64
19-03-2017 09	20,55	21-03-2017 08	22,63	23-03-2017 07	21,64
19-03-2017 10	20,78	21-03-2017 09	22,77	23-03-2017 08	21,64
19-03-2017 11	21	21-03-2017 10	23,13	23-03-2017 09	21,72
19-03-2017 12	21,41	21-03-2017 11	23,13	23-03-2017 10	21,66
19-03-2017 13	21,69	21-03-2017 12	23,19	23-03-2017 11	22
19-03-2017 14	21,89	21-03-2017 13	23,6	23-03-2017 12	22,16
19-03-2017 15	22,2	21-03-2017 14	23,58	23-03-2017 13	22,22
19-03-2017 16	22,41	21-03-2017 15	23,58	23-03-2017 14	22,45
19-03-2017 17	22,61	21-03-2017 16	23,69	23-03-2017 15	22,85
19-03-2017 18	22,61	21-03-2017 17	23,88	23-03-2017 16	23,05
19-03-2017 19	22,38	21-03-2017 18	23,77	23-03-2017 17	23,22
19-03-2017 20	22,38	21-03-2017 19	23,85	23-03-2017 18	23,05
19-03-2017 21	22,3	21-03-2017 20	23,82	23-03-2017 19	23,12
19-03-2017 22	22,16	21-03-2017 21	23,74	23-03-2017 20	23,08
19-03-2017 23	22,02	21-03-2017 22	23,69	23-03-2017 21	22,97
20-03-2017 00	21,91	21-03-2017 23	23,69	23-03-2017 22	22,91
20-03-2017 01	21,75	22-03-2017 00	23,59	23-03-2017 23	22,8
20-03-2017 02	21,64	22-03-2017 01	23,6	24-03-2017 00	22,63
20-03-2017 03	21,58	22-03-2017 02	23,42	24-03-2017 01	22,67

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
24-03-2017 02	22,38	26-03-2017 01	21,96	28-03-2017 00	24,35
24-03-2017 03	22,44	26-03-2017 02	22,51	28-03-2017 01	24,48
24-03-2017 04	22,22	26-03-2017 03	22,66	28-03-2017 02	24,21
24-03-2017 05	22,02	26-03-2017 04	22,51	28-03-2017 03	24,35
24-03-2017 06	21,94	26-03-2017 05	22,6	28-03-2017 04	24,32
24-03-2017 07	22,02	26-03-2017 06	22,19	28-03-2017 05	24,32
24-03-2017 08	22,02	26-03-2017 07	22,3	28-03-2017 06	24,24
24-03-2017 09	22,02	26-03-2017 08	22,25	28-03-2017 07	24,39
24-03-2017 10	22,14	26-03-2017 09	22,11	28-03-2017 08	24,21
24-03-2017 11	22,43	26-03-2017 10	22,13	28-03-2017 09	24,46
24-03-2017 12	22,7	26-03-2017 11	22,02	28-03-2017 10	24,65
24-03-2017 13	23,05	26-03-2017 12	22,3	28-03-2017 11	24,87
24-03-2017 14	23,22	26-03-2017 13	22,55	28-03-2017 12	25,12
24-03-2017 15	23,71	26-03-2017 14	22,75	28-03-2017 13	25,34
24-03-2017 16	23,88	26-03-2017 15	22,86	28-03-2017 14	25,53
24-03-2017 17	23,93	26-03-2017 16	22,8	28-03-2017 15	25,95
24-03-2017 18	23,88	26-03-2017 17	22,8	28-03-2017 16	25,65
24-03-2017 19	23,77	26-03-2017 18	22,68	28-03-2017 17	25,76
24-03-2017 20	23,82	26-03-2017 19	22,61	28-03-2017 18	25,78
24-03-2017 21	23,77	26-03-2017 20	22,47	28-03-2017 19	25,53
24-03-2017 22	23,27	26-03-2017 21	22,3	28-03-2017 20	25,42
24-03-2017 23	23,52	26-03-2017 22	22,19	28-03-2017 21	25,34
25-03-2017 00	23,52	26-03-2017 23	22,36	28-03-2017 22	25,37
25-03-2017 01	23,38	27-03-2017 00	22,25	28-03-2017 23	25,4
25-03-2017 02	23,47	27-03-2017 01	22,47	29-03-2017 00	25,37
25-03-2017 03	23,19	27-03-2017 02	22,38	29-03-2017 01	25,26
25-03-2017 04	23,05	27-03-2017 03	22,38	29-03-2017 02	25,26
25-03-2017 05	22,91	27-03-2017 04	22,41	29-03-2017 03	25,04
25-03-2017 06	22,55	27-03-2017 05	22,25	29-03-2017 04	25,09
25-03-2017 07	22,56	27-03-2017 06	22,39	29-03-2017 05	25
25-03-2017 08	22,58	27-03-2017 07	22,57	29-03-2017 06	24,87
25-03-2017 09	22,96	27-03-2017 08	22,75	29-03-2017 07	24,92
25-03-2017 10	23,28	27-03-2017 09	22,95	29-03-2017 08	24,84
25-03-2017 11	23,58	27-03-2017 10	23,19	29-03-2017 09	24,92
25-03-2017 12	23,91	27-03-2017 11	23,38	29-03-2017 10	25,14
25-03-2017 13	23,99	27-03-2017 12	23,48	29-03-2017 11	25,23
25-03-2017 14	23,88	27-03-2017 13	23,33	29-03-2017 12	25,59
25-03-2017 15	24,07	27-03-2017 14	23,13	29-03-2017 13	25,8
25-03-2017 16	24,07	27-03-2017 15	23,73	29-03-2017 14	25,87
25-03-2017 17	24,21	27-03-2017 16	23,97	29-03-2017 15	26,12
25-03-2017 18	23,96	27-03-2017 17	24,22	29-03-2017 16	26,48
25-03-2017 19	23,69	27-03-2017 18	24,24	29-03-2017 17	26,3
25-03-2017 20	23,63	27-03-2017 19	24,46	29-03-2017 18	26,2
25-03-2017 21	23,46	27-03-2017 20	24,57	29-03-2017 19	26,31
25-03-2017 22	23,24	27-03-2017 21	24,59	29-03-2017 20	26,09
25-03-2017 23	22,21	27-03-2017 22	24,35	29-03-2017 21	26,01
26-03-2017 00	21,96	27-03-2017 23	24,59	29-03-2017 22	25,94

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
29-03-2017 23	25,82	31-03-2017 22	24,7	02-04-2017 21	22,86
30-03-2017 00	25,59	31-03-2017 23	24,7	02-04-2017 22	22,75
30-03-2017 01	25,38	01-04-2017 00	24,57	02-04-2017 23	22,66
30-03-2017 02	25,13	01-04-2017 01	24,48	03-04-2017 00	22,55
30-03-2017 03	24,98	01-04-2017 02	24,48	03-04-2017 01	22,55
30-03-2017 04	24,7	01-04-2017 03	24,4	03-04-2017 02	22,36
30-03-2017 05	24,51	01-04-2017 04	24,1	03-04-2017 03	22,33
30-03-2017 06	24,48	01-04-2017 05	24,15	03-04-2017 04	22,22
30-03-2017 07	23,47	01-04-2017 06	23,88	03-04-2017 05	21,91
30-03-2017 08	24,16	01-04-2017 07	23,71	03-04-2017 06	21,86
30-03-2017 09	24,32	01-04-2017 08	23,55	03-04-2017 07	21,8
30-03-2017 10	24,62	01-04-2017 09	23,58	03-04-2017 08	21,81
30-03-2017 11	24,92	01-04-2017 10	23,74	03-04-2017 09	22,02
30-03-2017 12	25,31	01-04-2017 11	23,82	03-04-2017 10	22,41
30-03-2017 13	25,48	01-04-2017 12	24,02	03-04-2017 11	22,86
30-03-2017 14	25,34	01-04-2017 13	24,04	03-04-2017 12	23,3
30-03-2017 15	25,19	01-04-2017 14	24,18	03-04-2017 13	23,74
30-03-2017 16	25,04	01-04-2017 15	24,21	03-04-2017 14	24,15
30-03-2017 17	25,26	01-04-2017 16	24,26	03-04-2017 15	24,59
30-03-2017 18	25,14	01-04-2017 17	24,29	03-04-2017 16	25,01
30-03-2017 19	25,29	01-04-2017 18	24,18	03-04-2017 17	25,04
30-03-2017 20	25,37	01-04-2017 19	24,15	03-04-2017 18	24,82
30-03-2017 21	25,29	01-04-2017 20	24,02	03-04-2017 19	25,12
30-03-2017 22	25,34	01-04-2017 21	23,74	03-04-2017 20	24,92
30-03-2017 23	25,31	01-04-2017 22	23,63	03-04-2017 21	25,01
31-03-2017 00	25,13	01-04-2017 23	23,32	03-04-2017 22	24,65
31-03-2017 01	25,09	02-04-2017 00	23,08	03-04-2017 23	24,62
31-03-2017 02	24,95	02-04-2017 01	22,77	04-04-2017 00	24,54
31-03-2017 03	24,76	02-04-2017 02	22,52	04-04-2017 01	24,46
31-03-2017 04	24,62	02-04-2017 03	22,28	04-04-2017 02	24,15
31-03-2017 05	24,54	02-04-2017 04	21,91	04-04-2017 03	24,11
31-03-2017 06	24,24	02-04-2017 05	21,58	04-04-2017 04	24,02
31-03-2017 07	24,29	02-04-2017 06	21,39	04-04-2017 05	23,8
31-03-2017 08	24,26	02-04-2017 07	21	04-04-2017 06	23,65
31-03-2017 09	24,32	02-04-2017 08	20,69	04-04-2017 07	23,63
31-03-2017 10	24,48	02-04-2017 09	20,94	04-04-2017 08	23,52
31-03-2017 11	24,54	02-04-2017 10	21,22	04-04-2017 09	23,67
31-03-2017 12	24,54	02-04-2017 11	21,5	04-04-2017 10	23,96
31-03-2017 13	24,76	02-04-2017 12	21,84	04-04-2017 11	24,24
31-03-2017 14	24,4	02-04-2017 13	22,14	04-04-2017 12	24,44
31-03-2017 15	24,4	02-04-2017 14	22,44	04-04-2017 13	24,79
31-03-2017 16	24,73	02-04-2017 15	22,83	04-04-2017 14	25,2
31-03-2017 17	24,84	02-04-2017 16	23,05	04-04-2017 15	25,62
31-03-2017 18	24,98	02-04-2017 17	23,24	04-04-2017 16	26,03
31-03-2017 19	24,98	02-04-2017 18	23,24	04-04-2017 17	26,26
31-03-2017 20	24,95	02-04-2017 19	23,19	04-04-2017 18	26,4
31-03-2017 21	24,85	02-04-2017 20	22,94	04-04-2017 19	26,5

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
04-04-2017 20	26,31	06-04-2017 19	26,59	08-04-2017 18	26,11
04-04-2017 21	26,14	06-04-2017 20	26,44	08-04-2017 19	25,95
04-04-2017 22	26,05	06-04-2017 21	26,25	08-04-2017 20	25,76
04-04-2017 23	25,92	06-04-2017 22	25,9	08-04-2017 21	25,56
05-04-2017 00	25,62	06-04-2017 23	25,62	08-04-2017 22	25,15
05-04-2017 01	25,26	07-04-2017 00	25,34	08-04-2017 23	24,92
05-04-2017 02	24,95	07-04-2017 01	25,09	09-04-2017 00	24,57
05-04-2017 03	24,79	07-04-2017 02	24,82	09-04-2017 01	24,37
05-04-2017 04	24,43	07-04-2017 03	24,4	09-04-2017 02	24,02
05-04-2017 05	24,21	07-04-2017 04	24,04	09-04-2017 03	23,82
05-04-2017 06	23,96	07-04-2017 05	23,69	09-04-2017 04	23,51
05-04-2017 07	23,88	07-04-2017 06	23,47	09-04-2017 05	23,24
05-04-2017 08	23,63	07-04-2017 07	23,36	09-04-2017 06	22,98
05-04-2017 09	23,7	07-04-2017 08	23,41	09-04-2017 07	22,76
05-04-2017 10	23,82	07-04-2017 09	23,78	09-04-2017 08	22,75
05-04-2017 11	24,13	07-04-2017 10	24,04	09-04-2017 09	22,99
05-04-2017 12	24,6	07-04-2017 11	24,4	09-04-2017 10	23,24
05-04-2017 13	25,06	07-04-2017 12	24,93	09-04-2017 11	23,55
05-04-2017 14	25,37	07-04-2017 13	25,48	09-04-2017 12	23,91
05-04-2017 15	25,81	07-04-2017 14	25,9	09-04-2017 13	24,26
05-04-2017 16	26,26	07-04-2017 15	26,26	09-04-2017 14	24,48
05-04-2017 17	26,37	07-04-2017 16	26,59	09-04-2017 15	24,76
05-04-2017 18	26,39	07-04-2017 17	26,76	09-04-2017 16	25,06
05-04-2017 19	26,56	07-04-2017 18	26,78	09-04-2017 17	25,31
05-04-2017 20	26,64	07-04-2017 19	26,84	09-04-2017 18	25,4
05-04-2017 21	26,37	07-04-2017 20	26,7	09-04-2017 19	25,34
05-04-2017 22	26,06	07-04-2017 21	26,59	09-04-2017 20	25,17
05-04-2017 23	25,84	07-04-2017 22	26,31	09-04-2017 21	24,87
06-04-2017 00	25,56	07-04-2017 23	25,92	09-04-2017 22	24,7
06-04-2017 01	25,15	08-04-2017 00	25,81	09-04-2017 23	24,76
06-04-2017 02	24,79	08-04-2017 01	25,56	10-04-2017 00	24,68
06-04-2017 03	24,48	08-04-2017 02	25,21	10-04-2017 01	24,5
06-04-2017 04	24,21	08-04-2017 03	23,91	10-04-2017 02	24,48
06-04-2017 05	24,24	08-04-2017 04	23,58	10-04-2017 03	24,29
06-04-2017 06	24,24	08-04-2017 05	24,13	10-04-2017 04	24,26
06-04-2017 07	24,29	08-04-2017 06	24,13	10-04-2017 05	24,1
06-04-2017 08	24,32	08-04-2017 07	24,04	10-04-2017 06	24,04
06-04-2017 09	24,37	08-04-2017 08	23,91	10-04-2017 07	23,96
06-04-2017 10	24,54	08-04-2017 09	24,09	10-04-2017 08	24,07
06-04-2017 11	24,87	08-04-2017 10	24,36	10-04-2017 09	24,21
06-04-2017 12	25,15	08-04-2017 11	24,7	10-04-2017 10	24,46
06-04-2017 13	25,7	08-04-2017 12	25,07	10-04-2017 11	24,95
06-04-2017 14	26,03	08-04-2017 13	25,51	10-04-2017 12	25,42
06-04-2017 15	26,37	08-04-2017 14	25,7	10-04-2017 13	25,92
06-04-2017 16	26,59	08-04-2017 15	25,87	10-04-2017 14	26,56
06-04-2017 17	26,56	08-04-2017 16	25,95	10-04-2017 15	26,98
06-04-2017 18	26,64	08-04-2017 17	26,09	10-04-2017 16	27,31

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
10-04-2017 17	27,48	12-04-2017 16	25,48	14-04-2017 15	23,19
10-04-2017 18	27,56	12-04-2017 17	25,78	14-04-2017 16	23,19
10-04-2017 19	27,59	12-04-2017 18	26,03	14-04-2017 17	23,35
10-04-2017 20	27,48	12-04-2017 19	26,23	14-04-2017 18	23,49
10-04-2017 21	26,97	12-04-2017 20	26,14	14-04-2017 19	23,35
10-04-2017 22	26,25	12-04-2017 21	25,62	14-04-2017 20	23,24
10-04-2017 23	26,59	12-04-2017 22	24,93	14-04-2017 21	23,08
11-04-2017 00	26,34	12-04-2017 23	24,29	14-04-2017 22	22,86
11-04-2017 01	26,09	13-04-2017 00	23,77	14-04-2017 23	22,22
11-04-2017 02	25,84	13-04-2017 01	23,77	15-04-2017 00	21,91
11-04-2017 03	25,65	13-04-2017 02	23,93	15-04-2017 01	21,97
11-04-2017 04	25,38	13-04-2017 03	23,24	15-04-2017 02	21,77
11-04-2017 05	25,12	13-04-2017 04	23,41	15-04-2017 03	21,41
11-04-2017 06	24,76	13-04-2017 05	22,91	15-04-2017 04	21,19
11-04-2017 07	24,65	13-04-2017 06	22,63	15-04-2017 05	20,78
11-04-2017 08	24,62	13-04-2017 07	22,94	15-04-2017 06	20,11
11-04-2017 09	24,81	13-04-2017 08	23,13	15-04-2017 07	19,7
11-04-2017 10	25,16	13-04-2017 09	23,27	15-04-2017 08	19,75
11-04-2017 11	25,64	13-04-2017 10	23,47	15-04-2017 09	20,43
11-04-2017 12	26,09	13-04-2017 11	23,82	15-04-2017 10	20,75
11-04-2017 13	26,42	13-04-2017 12	24,2	15-04-2017 11	21,08
11-04-2017 14	26,56	13-04-2017 13	24,59	15-04-2017 12	21,44
11-04-2017 15	26,84	13-04-2017 14	24,87	15-04-2017 13	21,77
11-04-2017 16	27,06	13-04-2017 15	25,01	15-04-2017 14	22,14
11-04-2017 17	27,4	13-04-2017 16	25,15	15-04-2017 15	22,5
11-04-2017 18	27,47	13-04-2017 17	25,26	15-04-2017 16	22,63
11-04-2017 19	27,51	13-04-2017 18	25,26	15-04-2017 17	22,77
11-04-2017 20	27,31	13-04-2017 19	25,04	15-04-2017 18	22,75
11-04-2017 21	26,87	13-04-2017 20	24,9	15-04-2017 19	22,69
11-04-2017 22	25,95	13-04-2017 21	24,4	15-04-2017 20	22,61
11-04-2017 23	25,37	13-04-2017 22	23,99	15-04-2017 21	22,5
12-04-2017 00	24,7	13-04-2017 23	23,82	15-04-2017 22	22,22
12-04-2017 01	23,9	14-04-2017 00	23,58	15-04-2017 23	22,02
12-04-2017 02	23,47	14-04-2017 01	23,47	16-04-2017 00	21,83
12-04-2017 03	24,04	14-04-2017 02	23,3	16-04-2017 01	21,64
12-04-2017 04	23,6	14-04-2017 03	23,16	16-04-2017 02	21,3
12-04-2017 05	23,13	14-04-2017 04	23,05	16-04-2017 03	20,92
12-04-2017 06	22,72	14-04-2017 05	22,85	16-04-2017 04	20,72
12-04-2017 07	22,91	14-04-2017 06	22,61	16-04-2017 05	20,51
12-04-2017 08	22,83	14-04-2017 07	22,36	16-04-2017 06	20,28
12-04-2017 09	23,13	14-04-2017 08	22,33	16-04-2017 07	20,08
12-04-2017 10	23,44	14-04-2017 09	22,36	16-04-2017 08	20,23
12-04-2017 11	23,8	14-04-2017 10	22,47	16-04-2017 09	20,53
12-04-2017 12	24,21	14-04-2017 11	22,45	16-04-2017 10	20,94
12-04-2017 13	24,49	14-04-2017 12	22,79	16-04-2017 11	21,39
12-04-2017 14	24,73	14-04-2017 13	22,97	16-04-2017 12	21,77
12-04-2017 15	25,22	14-04-2017 14	23,11	16-04-2017 13	21,94

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
16-04-2017 14	22,19	18-04-2017 13	22,63	20-04-2017 12	25,4
16-04-2017 15	22,38	18-04-2017 14	22,83	20-04-2017 13	25,56
16-04-2017 16	22,54	18-04-2017 15	22,99	20-04-2017 14	25,76
16-04-2017 17	22,69	18-04-2017 16	23,19	20-04-2017 15	25,92
16-04-2017 18	22,69	18-04-2017 17	23,33	20-04-2017 16	26,17
16-04-2017 19	22,69	18-04-2017 18	23,58	20-04-2017 17	26,42
16-04-2017 20	22,69	18-04-2017 19	23,8	20-04-2017 18	26,53
16-04-2017 21	22,45	18-04-2017 20	23,88	20-04-2017 19	26,67
16-04-2017 22	22,19	18-04-2017 21	23,82	20-04-2017 20	26,78
16-04-2017 23	22,08	18-04-2017 22	23,8	20-04-2017 21	26,78
17-04-2017 00	21,97	18-04-2017 23	23,85	20-04-2017 22	26,23
17-04-2017 01	21,83	19-04-2017 00	23,85	20-04-2017 23	25,58
17-04-2017 02	21,47	19-04-2017 01	23,96	21-04-2017 00	25,45
17-04-2017 03	21,14	19-04-2017 02	23,99	21-04-2017 01	25,59
17-04-2017 04	20,88	19-04-2017 03	23,88	21-04-2017 02	25,62
17-04-2017 05	20,56	19-04-2017 04	23,82	21-04-2017 03	25,59
17-04-2017 06	20,22	19-04-2017 05	23,69	21-04-2017 04	25,53
17-04-2017 07	20,12	19-04-2017 06	23,54	21-04-2017 05	25,37
17-04-2017 08	20,33	19-04-2017 07	23,6	21-04-2017 06	25,29
17-04-2017 09	20,66	19-04-2017 08	23,52	21-04-2017 07	25,31
17-04-2017 10	20,66	19-04-2017 09	23,6	21-04-2017 08	25,17
17-04-2017 11	20,66	19-04-2017 10	23,74	21-04-2017 09	25,37
17-04-2017 12	21,83	19-04-2017 11	23,69	21-04-2017 10	25,56
17-04-2017 13	22,27	19-04-2017 12	23,6	21-04-2017 11	25,84
17-04-2017 14	22,77	19-04-2017 13	23,87	21-04-2017 12	26,1
17-04-2017 15	23,16	19-04-2017 14	24,4	21-04-2017 13	26,42
17-04-2017 16	23,48	19-04-2017 15	24,87	21-04-2017 14	26,76
17-04-2017 17	23,44	19-04-2017 16	25,31	21-04-2017 15	27,06
17-04-2017 18	23,08	19-04-2017 17	25,62	21-04-2017 16	27,27
17-04-2017 19	22,94	19-04-2017 18	25,76	21-04-2017 17	27,4
17-04-2017 20	22,62	19-04-2017 19	25,92	21-04-2017 18	27,24
17-04-2017 21	22,36	19-04-2017 20	26,01	21-04-2017 19	27,12
17-04-2017 22	22,27	19-04-2017 21	26,01	21-04-2017 20	27,01
17-04-2017 23	22,25	19-04-2017 22	25,75	21-04-2017 21	26,73
18-04-2017 00	22,11	19-04-2017 23	25,65	21-04-2017 22	26,48
18-04-2017 01	22,11	20-04-2017 00	25,76	21-04-2017 23	26,2
18-04-2017 02	21,93	20-04-2017 01	25,76	22-04-2017 00	25,98
18-04-2017 03	21,8	20-04-2017 02	25,59	22-04-2017 01	25,81
18-04-2017 04	21,61	20-04-2017 03	25,34	22-04-2017 02	25,56
18-04-2017 05	21,5	20-04-2017 04	25,17	22-04-2017 03	25,29
18-04-2017 06	21,3	20-04-2017 05	24,9	22-04-2017 04	25,09
18-04-2017 07	21,3	20-04-2017 06	24,65	22-04-2017 05	24,81
18-04-2017 08	21,44	20-04-2017 07	24,84	22-04-2017 06	24,57
18-04-2017 09	21,66	20-04-2017 08	24,84	22-04-2017 07	24,35
18-04-2017 10	21,81	20-04-2017 09	24,92	22-04-2017 08	24,24
18-04-2017 11	22,02	20-04-2017 10	25,04	22-04-2017 09	24,43
18-04-2017 12	22,25	20-04-2017 11	25,2	22-04-2017 10	24,7

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
22-04-2017 11	24,95	24-04-2017 10	23,1	26-04-2017 09	21,54
22-04-2017 12	25,17	24-04-2017 11	23,47	26-04-2017 10	21,89
22-04-2017 13	25,37	24-04-2017 12	23,82	26-04-2017 11	22,22
22-04-2017 14	25,54	24-04-2017 13	24,18	26-04-2017 12	22,48
22-04-2017 15	25,76	24-04-2017 14	24,57	26-04-2017 13	22,88
22-04-2017 16	25,78	24-04-2017 15	24,91	26-04-2017 14	23,22
22-04-2017 17	25,87	24-04-2017 16	25,19	26-04-2017 15	23,6
22-04-2017 18	25,87	24-04-2017 17	25,4	26-04-2017 16	23,99
22-04-2017 19	25,71	24-04-2017 18	25,42	26-04-2017 17	24,21
22-04-2017 20	25,62	24-04-2017 19	25,37	26-04-2017 18	24,35
22-04-2017 21	25,09	24-04-2017 20	25,2	26-04-2017 19	24,48
22-04-2017 22	24,51	24-04-2017 21	24,4	26-04-2017 20	24,49
22-04-2017 23	24,02	24-04-2017 22	24	26-04-2017 21	24,13
23-04-2017 00	23,69	24-04-2017 23	23,6	26-04-2017 22	23,49
23-04-2017 01	23,08	25-04-2017 00	23,55	26-04-2017 23	23,19
23-04-2017 02	22,58	25-04-2017 01	23,99	27-04-2017 00	22,91
23-04-2017 03	22,19	25-04-2017 02	23,88	27-04-2017 01	22,55
23-04-2017 04	21,86	25-04-2017 03	23,85	27-04-2017 02	22,25
23-04-2017 05	21,41	25-04-2017 04	23,77	27-04-2017 03	22
23-04-2017 06	21,5	25-04-2017 05	23,6	27-04-2017 04	21,75
23-04-2017 07	21,28	25-04-2017 06	23,6	27-04-2017 05	21,24
23-04-2017 08	21,55	25-04-2017 07	23,52	27-04-2017 06	20,94
23-04-2017 09	21,75	25-04-2017 08	23,33	27-04-2017 07	20,78
23-04-2017 10	22,09	25-04-2017 09	23,27	27-04-2017 08	21,14
23-04-2017 11	22,38	25-04-2017 10	23,33	27-04-2017 09	21,72
23-04-2017 12	22,85	25-04-2017 11	23,3	27-04-2017 10	22,22
23-04-2017 13	23,24	25-04-2017 12	23,38	27-04-2017 11	22,63
23-04-2017 14	23,52	25-04-2017 13	23,47	27-04-2017 12	23,12
23-04-2017 15	23,68	25-04-2017 14	23,49	27-04-2017 13	23,64
23-04-2017 16	23,85	25-04-2017 15	23,66	27-04-2017 14	23,88
23-04-2017 17	24,04	25-04-2017 16	23,66	27-04-2017 15	24,18
23-04-2017 18	24,21	25-04-2017 17	23,74	27-04-2017 16	24,4
23-04-2017 19	24,21	25-04-2017 18	23,8	27-04-2017 17	24,68
23-04-2017 20	24,13	25-04-2017 19	23,66	27-04-2017 18	24,84
23-04-2017 21	23,96	25-04-2017 20	23,69	27-04-2017 19	24,87
23-04-2017 22	23,77	25-04-2017 21	23,4	27-04-2017 20	24,95
23-04-2017 23	23,58	25-04-2017 22	22,99	27-04-2017 21	24,24
24-04-2017 00	23,52	25-04-2017 23	22,79	27-04-2017 22	24,13
24-04-2017 01	23,27	26-04-2017 00	22,57	27-04-2017 23	23,91
24-04-2017 02	23,13	26-04-2017 01	22,36	28-04-2017 00	23,71
24-04-2017 03	22,89	26-04-2017 02	21,89	28-04-2017 01	23,34
24-04-2017 04	22,75	26-04-2017 03	21,55	28-04-2017 02	23,13
24-04-2017 05	22,52	26-04-2017 04	21,24	28-04-2017 03	22,8
24-04-2017 06	22,27	26-04-2017 05	20,83	28-04-2017 04	22,52
24-04-2017 07	22,22	26-04-2017 06	20,61	28-04-2017 05	22,09
24-04-2017 08	22,43	26-04-2017 07	20,7	28-04-2017 06	21,75
24-04-2017 09	22,72	26-04-2017 08	21,15	28-04-2017 07	21,61

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
28-04-2017 08	22,02	30-04-2017 07	20,51	02-05-2017 06	18,78
28-04-2017 09	22,46	30-04-2017 08	20,75	02-05-2017 07	18,7
28-04-2017 10	22,75	30-04-2017 09	21	02-05-2017 08	19,34
28-04-2017 11	23	30-04-2017 10	21,22	02-05-2017 09	19,99
28-04-2017 12	23,38	30-04-2017 11	21,39	02-05-2017 10	20,75
28-04-2017 13	23,76	30-04-2017 12	21,55	02-05-2017 11	21,36
28-04-2017 14	24,02	30-04-2017 13	21,64	02-05-2017 12	21,89
28-04-2017 15	24,35	30-04-2017 14	21,83	02-05-2017 13	22,47
28-04-2017 16	24,81	30-04-2017 15	21,83	02-05-2017 14	23,14
28-04-2017 17	24,98	30-04-2017 16	21,89	02-05-2017 15	23,44
28-04-2017 18	25,12	30-04-2017 17	21,94	02-05-2017 16	24,03
28-04-2017 19	24,98	30-04-2017 18	21,94	02-05-2017 17	24,37
28-04-2017 20	24,88	30-04-2017 19	21,91	02-05-2017 18	24,59
28-04-2017 21	24,45	30-04-2017 20	21,83	02-05-2017 19	24,65
28-04-2017 22	23,43	30-04-2017 21	21,19	02-05-2017 20	24,73
28-04-2017 23	23,02	30-04-2017 22	20,5	02-05-2017 21	24,48
29-04-2017 00	22,86	30-04-2017 23	20,11	02-05-2017 22	23,94
29-04-2017 01	22,52	01-05-2017 00	19,83	02-05-2017 23	23,85
29-04-2017 02	22,3	01-05-2017 01	19,53	03-05-2017 00	23,63
29-04-2017 03	22,11	01-05-2017 02	19,09	03-05-2017 01	23,49
29-04-2017 04	21,94	01-05-2017 03	18,75	03-05-2017 02	23,27
29-04-2017 05	21,53	01-05-2017 04	18,42	03-05-2017 03	23,08
29-04-2017 06	21,11	01-05-2017 05	18,03	03-05-2017 04	22,77
29-04-2017 07	20,75	01-05-2017 06	17,75	03-05-2017 05	22,55
29-04-2017 08	21,14	01-05-2017 07	17,47	03-05-2017 06	22,27
29-04-2017 09	21,59	01-05-2017 08	18,17	03-05-2017 07	22,35
29-04-2017 10	22,02	01-05-2017 09	18,7	03-05-2017 08	22,78
29-04-2017 11	22,34	01-05-2017 10	19,14	03-05-2017 09	23,3
29-04-2017 12	22,61	01-05-2017 11	19,72	03-05-2017 10	23,78
29-04-2017 13	22,97	01-05-2017 12	20,06	03-05-2017 11	24,26
29-04-2017 14	23,16	01-05-2017 13	20,44	03-05-2017 12	24,73
29-04-2017 15	23,26	01-05-2017 14	20,72	03-05-2017 13	25,12
29-04-2017 16	23,27	01-05-2017 15	20,97	03-05-2017 14	25,51
29-04-2017 17	23,35	01-05-2017 16	21,19	03-05-2017 15	25,76
29-04-2017 18	23,35	01-05-2017 17	21,28	03-05-2017 16	26,14
29-04-2017 19	23,22	01-05-2017 18	21,36	03-05-2017 17	26,37
29-04-2017 20	23,19	01-05-2017 19	21,47	03-05-2017 18	26,56
29-04-2017 21	22,91	01-05-2017 20	21,44	03-05-2017 19	26,7
29-04-2017 22	22,69	01-05-2017 21	21	03-05-2017 20	26,81
29-04-2017 23	22,38	01-05-2017 22	20,56	03-05-2017 21	26,7
30-04-2017 00	22,08	01-05-2017 23	20,31	03-05-2017 22	26,48
30-04-2017 01	21,83	02-05-2017 00	20,06	03-05-2017 23	26,44
30-04-2017 02	21,67	02-05-2017 01	19,86	04-05-2017 00	26,02
30-04-2017 03	21,55	02-05-2017 02	19,56	04-05-2017 01	25,92
30-04-2017 04	21,22	02-05-2017 03	19,47	04-05-2017 02	25,95
30-04-2017 05	21,03	02-05-2017 04	19,25	04-05-2017 03	25,54
30-04-2017 06	20,61	02-05-2017 05	18,92	04-05-2017 04	25,57

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
04-05-2017 05	25,04	06-05-2017 04	23,71	08-05-2017 03	23,66
04-05-2017 06	24,59	06-05-2017 05	23,67	08-05-2017 04	23,22
04-05-2017 07	25,01	06-05-2017 06	23,3	08-05-2017 05	22,88
04-05-2017 08	25,31	06-05-2017 07	23,3	08-05-2017 06	23,05
04-05-2017 09	25,52	06-05-2017 08	23,58	08-05-2017 07	23,3
04-05-2017 10	25,78	06-05-2017 09	23,85	08-05-2017 08	23,66
04-05-2017 11	26,14	06-05-2017 10	24,1	08-05-2017 09	24,16
04-05-2017 12	26,48	06-05-2017 11	23,99	08-05-2017 10	24,65
04-05-2017 13	26,64	06-05-2017 12	24,26	08-05-2017 11	25,15
04-05-2017 14	26,73	06-05-2017 13	24,59	08-05-2017 12	25,48
04-05-2017 15	26,98	06-05-2017 14	24,81	08-05-2017 13	25,87
04-05-2017 16	27,09	06-05-2017 15	25,01	08-05-2017 14	26,34
04-05-2017 17	27,15	06-05-2017 16	25,2	08-05-2017 15	26,67
04-05-2017 18	27,09	06-05-2017 17	25,29	08-05-2017 16	26,92
04-05-2017 19	27,15	06-05-2017 18	25,4	08-05-2017 17	27,03
04-05-2017 20	27,15	06-05-2017 19	25,45	08-05-2017 18	27,15
04-05-2017 21	26,53	06-05-2017 20	25,42	08-05-2017 19	27,17
04-05-2017 22	26,1	06-05-2017 21	25,26	08-05-2017 20	27,28
04-05-2017 23	25,95	06-05-2017 22	24,84	08-05-2017 21	26,99
05-05-2017 00	25,66	06-05-2017 23	24,62	08-05-2017 22	26,61
05-05-2017 01	25,51	07-05-2017 00	24,46	08-05-2017 23	26,2
05-05-2017 02	25,34	07-05-2017 01	24,02	09-05-2017 00	25,9
05-05-2017 03	24,98	07-05-2017 02	23,64	09-05-2017 01	25,51
05-05-2017 04	24,46	07-05-2017 03	23,44	09-05-2017 02	25,23
05-05-2017 05	24,15	07-05-2017 04	23,13	09-05-2017 03	25,04
05-05-2017 06	24,46	07-05-2017 05	22,34	09-05-2017 04	24,9
05-05-2017 07	24,51	07-05-2017 06	21,77	09-05-2017 05	24,7
05-05-2017 08	24,68	07-05-2017 07	21,77	09-05-2017 06	24,37
05-05-2017 09	24,98	07-05-2017 08	22,44	09-05-2017 07	24,32
05-05-2017 10	25,07	07-05-2017 09	22,83	09-05-2017 08	24,9
05-05-2017 11	24,87	07-05-2017 10	23,24	09-05-2017 09	25,04
05-05-2017 12	25,03	07-05-2017 11	23,7	09-05-2017 10	25,12
05-05-2017 13	25,26	07-05-2017 12	24,1	09-05-2017 11	25,37
05-05-2017 14	25,15	07-05-2017 13	24,51	09-05-2017 12	25,45
05-05-2017 15	25,29	07-05-2017 14	24,84	09-05-2017 13	25,65
05-05-2017 16	25,06	07-05-2017 15	25,23	09-05-2017 14	25,9
05-05-2017 17	25,53	07-05-2017 16	25,37	09-05-2017 15	25,92
05-05-2017 18	25,45	07-05-2017 17	25,5	09-05-2017 16	26,01
05-05-2017 19	25,48	07-05-2017 18	25,51	09-05-2017 17	26,23
05-05-2017 20	25,4	07-05-2017 19	25,62	09-05-2017 18	26,26
05-05-2017 21	24,98	07-05-2017 20	25,62	09-05-2017 19	26,39
05-05-2017 22	24,37	07-05-2017 21	25,42	09-05-2017 20	26,42
05-05-2017 23	24,35	07-05-2017 22	25,31	09-05-2017 21	26,37
06-05-2017 00	24,24	07-05-2017 23	25	09-05-2017 22	25,59
06-05-2017 01	24,1	08-05-2017 00	24,68	09-05-2017 23	24,84
06-05-2017 02	24,04	08-05-2017 01	24,51	10-05-2017 00	24,54
06-05-2017 03	23,93	08-05-2017 02	24,15	10-05-2017 01	24,37

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
10-05-2017 02	24,29	12-05-2017 01	23,13	14-05-2017 00	23,08
10-05-2017 03	24,43	12-05-2017 02	23,11	14-05-2017 01	22,94
10-05-2017 04	24,48	12-05-2017 03	22,77	14-05-2017 02	22,75
10-05-2017 05	24,43	12-05-2017 04	22,75	14-05-2017 03	22,61
10-05-2017 06	24,44	12-05-2017 05	22,72	14-05-2017 04	22,55
10-05-2017 07	24,46	12-05-2017 06	22,61	14-05-2017 05	22,33
10-05-2017 08	24,4	12-05-2017 07	22,47	14-05-2017 06	22,19
10-05-2017 09	24,32	12-05-2017 08	22,49	14-05-2017 07	22,27
10-05-2017 10	24,62	12-05-2017 09	22,55	14-05-2017 08	22,41
10-05-2017 11	24,7	12-05-2017 10	23,04	14-05-2017 09	22,63
10-05-2017 12	24,79	12-05-2017 11	23,35	14-05-2017 10	22,88
10-05-2017 13	24,87	12-05-2017 12	23,77	14-05-2017 11	23,13
10-05-2017 14	24,95	12-05-2017 13	24,15	14-05-2017 12	23,35
10-05-2017 15	25,26	12-05-2017 14	24,4	14-05-2017 13	23,52
10-05-2017 16	25,56	12-05-2017 15	24,59	14-05-2017 14	23,63
10-05-2017 17	25,67	12-05-2017 16	24,7	14-05-2017 15	23,69
10-05-2017 18	25,78	12-05-2017 17	24,76	14-05-2017 16	23,69
10-05-2017 19	25,81	12-05-2017 18	24,88	14-05-2017 17	23,8
10-05-2017 20	25,92	12-05-2017 19	24,9	14-05-2017 18	23,88
10-05-2017 21	25,92	12-05-2017 20	24,9	14-05-2017 19	23,88
10-05-2017 22	24,88	12-05-2017 21	24,48	14-05-2017 20	23,88
10-05-2017 23	24,43	12-05-2017 22	24,24	14-05-2017 21	23,91
11-05-2017 00	24,09	12-05-2017 23	23,88	14-05-2017 22	23,74
11-05-2017 01	23,82	13-05-2017 00	23,11	14-05-2017 23	23,66
11-05-2017 02	23,57	13-05-2017 01	22,71	15-05-2017 00	23,66
11-05-2017 03	23,35	13-05-2017 02	22,41	15-05-2017 01	23,69
11-05-2017 04	23,19	13-05-2017 03	21,98	15-05-2017 02	23,58
11-05-2017 05	23,13	13-05-2017 04	21,83	15-05-2017 03	23,63
11-05-2017 06	22,83	13-05-2017 05	21,64	15-05-2017 04	23,51
11-05-2017 07	22,94	13-05-2017 06	21,64	15-05-2017 05	23,35
11-05-2017 08	22,8	13-05-2017 07	21,61	15-05-2017 06	23,33
11-05-2017 09	22,8	13-05-2017 08	21,75	15-05-2017 07	23,33
11-05-2017 10	22,97	13-05-2017 09	21,66	15-05-2017 08	23,47
11-05-2017 11	23,3	13-05-2017 10	22,19	15-05-2017 09	23,82
11-05-2017 12	23,47	13-05-2017 11	22,47	15-05-2017 10	24,25
11-05-2017 13	23,66	13-05-2017 12	22,83	15-05-2017 11	24,65
11-05-2017 14	23,82	13-05-2017 13	23,08	15-05-2017 12	25,09
11-05-2017 15	24,15	13-05-2017 14	23,27	15-05-2017 13	25,4
11-05-2017 16	24,21	13-05-2017 15	23,3	15-05-2017 14	25,77
11-05-2017 17	24,19	13-05-2017 16	23,47	15-05-2017 15	26,12
11-05-2017 18	24,27	13-05-2017 17	23,58	15-05-2017 16	26,53
11-05-2017 19	24,36	13-05-2017 18	23,59	15-05-2017 17	26,64
11-05-2017 20	24,38	13-05-2017 19	23,6	15-05-2017 18	26,78
11-05-2017 21	24,22	13-05-2017 20	23,66	15-05-2017 19	26,9
11-05-2017 22	23,91	13-05-2017 21	23,55	15-05-2017 20	26,92
11-05-2017 23	23,77	13-05-2017 22	23,33	15-05-2017 21	26,84
12-05-2017 00	23,35	13-05-2017 23	23,13	15-05-2017 22	26,67


Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
15-05-2017 23	26,64	17-05-2017 22	24,98	19-05-2017 21	24,87
16-05-2017 00	26,45	17-05-2017 23	24,55	19-05-2017 22	24,59
16-05-2017 01	25,84	18-05-2017 00	24,1	19-05-2017 23	24,51
16-05-2017 02	25,45	18-05-2017 01	23,8	20-05-2017 00	24,15
16-05-2017 03	25,23	18-05-2017 02	23,22	20-05-2017 01	24,02
16-05-2017 04	24,95	18-05-2017 03	22,47	20-05-2017 02	23,96
16-05-2017 05	24,73	18-05-2017 04	22,14	20-05-2017 03	23,93
16-05-2017 06	25,09	18-05-2017 05	21,53	20-05-2017 04	23,72
16-05-2017 07	24,54	18-05-2017 06	21,61	20-05-2017 05	23,53
16-05-2017 08	24,57	18-05-2017 07	21,64	20-05-2017 06	23,44
16-05-2017 09	24,84	18-05-2017 08	21,75	20-05-2017 07	23,21
16-05-2017 10	25,42	18-05-2017 09	22,52	20-05-2017 08	23,23
16-05-2017 11	25,76	18-05-2017 10	23,08	20-05-2017 09	23,3
16-05-2017 12	26,31	18-05-2017 11	23,42	20-05-2017 10	23,55
16-05-2017 13	26,78	18-05-2017 12	23,88	20-05-2017 11	24,02
16-05-2017 14	27,15	18-05-2017 13	24,29	20-05-2017 12	24,38
16-05-2017 15	27,48	18-05-2017 14	24,57	20-05-2017 13	24,79
16-05-2017 16	27,7	18-05-2017 15	24,68	20-05-2017 14	25,17
16-05-2017 17	27,79	18-05-2017 16	24,84	20-05-2017 15	25,49
16-05-2017 18	27,73	18-05-2017 17	24,94	20-05-2017 16	25,67
16-05-2017 19	27,76	18-05-2017 18	25,04	20-05-2017 17	25,76
16-05-2017 20	27,75	18-05-2017 19	25,01	20-05-2017 18	25,78
16-05-2017 21	27,34	18-05-2017 20	25,04	20-05-2017 19	25,84
16-05-2017 22	26,95	18-05-2017 21	24,87	20-05-2017 20	25,7
16-05-2017 23	26,73	18-05-2017 22	24,37	20-05-2017 21	25,53
17-05-2017 00	26,34	18-05-2017 23	24,24	20-05-2017 22	25,26
17-05-2017 01	26,2	19-05-2017 00	23,87	20-05-2017 23	24,95
17-05-2017 02	25,98	19-05-2017 01	24,26	21-05-2017 00	24,87
17-05-2017 03	25,67	19-05-2017 02	23,69	21-05-2017 01	24,68
17-05-2017 04	25,48	19-05-2017 03	23,47	21-05-2017 02	24,57
17-05-2017 05	25,4	19-05-2017 04	23,93	21-05-2017 03	24,62
17-05-2017 06	25,26	19-05-2017 05	23,3	21-05-2017 04	24,38
17-05-2017 07	24,99	19-05-2017 06	22,92	21-05-2017 05	24,4
17-05-2017 08	25,04	19-05-2017 07	23,33	21-05-2017 06	24,29
17-05-2017 09	25,26	19-05-2017 08	23,47	21-05-2017 07	24,18
17-05-2017 10	25,4	19-05-2017 09	23,58	21-05-2017 08	24,29
17-05-2017 11	25,95	19-05-2017 10	23,71	21-05-2017 09	24,51
17-05-2017 12	26,23	19-05-2017 11	23,88	21-05-2017 10	24,76
17-05-2017 13	26,31	19-05-2017 12	24,1	21-05-2017 11	25,06
17-05-2017 14	26,67	19-05-2017 13	24,24	21-05-2017 12	25,26
17-05-2017 15	26,62	19-05-2017 14	24,48	21-05-2017 13	25,55
17-05-2017 16	26,78	19-05-2017 15	24,7	21-05-2017 14	25,85
17-05-2017 17	26,81	19-05-2017 16	24,84	21-05-2017 15	26,09
17-05-2017 18	26,73	19-05-2017 17	25,04	21-05-2017 16	26,39
17-05-2017 19	26,59	19-05-2017 18	25,09	21-05-2017 17	26,59
17-05-2017 20	26,56	19-05-2017 19	25,09	21-05-2017 18	26,59
17-05-2017 21	25,77	19-05-2017 20	24,95	21-05-2017 19	26,37

Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
21-05-2017 20	26,16	23-05-2017 19	29,33	25-05-2017 18	28,35
21-05-2017 21	25,95	23-05-2017 20	29,47	25-05-2017 19	27,96
21-05-2017 22	25,79	23-05-2017 21	29,36	25-05-2017 20	27,68
21-05-2017 23	25,55	23-05-2017 22	29,13	25-05-2017 21	27,24
22-05-2017 00	25,31	23-05-2017 23	28,94	25-05-2017 22	26,95
22-05-2017 01	25,12	24-05-2017 00	28,66	25-05-2017 23	26,73
22-05-2017 02	24,87	24-05-2017 01	28,32	26-05-2017 00	26,5
22-05-2017 03	24,48	24-05-2017 02	28,01	26-05-2017 01	26,28
22-05-2017 04	24,1	24-05-2017 03	28,04	26-05-2017 02	26,17
22-05-2017 05	23,85	24-05-2017 04	27,87	26-05-2017 03	25,95
22-05-2017 06	23,36	24-05-2017 05	27,9	26-05-2017 04	25,78
22-05-2017 07	23,35	24-05-2017 06	27,68	26-05-2017 05	25,53
22-05-2017 08	23,41	24-05-2017 07	27,82	26-05-2017 06	25,34
22-05-2017 09	23,72	24-05-2017 08	27,93	26-05-2017 07	25,26
22-05-2017 10	24,1	24-05-2017 09	28,21	26-05-2017 08	25,12
22-05-2017 11	24,7	24-05-2017 10	28,48	26-05-2017 09	24,92
22-05-2017 12	25,2	24-05-2017 11	28,8	26-05-2017 10	24,9
22-05-2017 13	25,65	24-05-2017 12	29,05	26-05-2017 11	24,94
22-05-2017 14	25,98	24-05-2017 13	29,4	26-05-2017 12	24,79
22-05-2017 15	26,29	24-05-2017 14	29,69	26-05-2017 13	24,92
22-05-2017 16	26,48	24-05-2017 15	29,84	26-05-2017 14	24,9
22-05-2017 17	26,67	24-05-2017 16	30,04	26-05-2017 15	24,7
22-05-2017 18	26,76	24-05-2017 17	30,18	26-05-2017 16	24,62
22-05-2017 19	26,87	24-05-2017 18	30,29	26-05-2017 17	24,7
22-05-2017 20	26,92	24-05-2017 19	30,18	26-05-2017 18	24,65
22-05-2017 21	26,72	24-05-2017 20	30,26	26-05-2017 19	24,68
22-05-2017 22	26,23	24-05-2017 21	30,12	26-05-2017 20	24,68
22-05-2017 23	26,03	24-05-2017 22	29,25	26-05-2017 21	24,51
23-05-2017 00	26,01	24-05-2017 23	28,79	26-05-2017 22	24,4
23-05-2017 01	25,87	25-05-2017 00	28,4	26-05-2017 23	24,23
23-05-2017 02	25,67	25-05-2017 01	28,04	27-05-2017 00	24,21
23-05-2017 03	25,65	25-05-2017 02	27,54	27-05-2017 01	24,1
23-05-2017 04	25,29	25-05-2017 03	27,12	27-05-2017 02	24,03
23-05-2017 05	24,96	25-05-2017 04	26,78	27-05-2017 03	24,07
23-05-2017 06	24,59	25-05-2017 05	26,65	27-05-2017 04	23,95
23-05-2017 07	24,4	25-05-2017 06	26,7	27-05-2017 05	23,82
23-05-2017 08	25,01	25-05-2017 07	26,7	27-05-2017 06	23,7
23-05-2017 09	25,51	25-05-2017 08	26,78	27-05-2017 07	23,63
23-05-2017 10	25,92	25-05-2017 09	26,53	27-05-2017 08	23,58
23-05-2017 11	26,31	25-05-2017 10	26,67	27-05-2017 09	23,6
23-05-2017 12	26,78	25-05-2017 11	26,9	27-05-2017 10	23,62
23-05-2017 13	27,31	25-05-2017 12	27,54	27-05-2017 11	23,63
23-05-2017 14	27,73	25-05-2017 13	27,87	27-05-2017 12	23,66
23-05-2017 15	28,21	25-05-2017 14	28,29	27-05-2017 13	23,91
23-05-2017 16	28,54	25-05-2017 15	28,18	27-05-2017 14	24,2
23-05-2017 17	28,88	25-05-2017 16	28,38	27-05-2017 15	24,37
23-05-2017 18	29,18	25-05-2017 17	28,32	27-05-2017 16	24,4


Data	Sensor P5	Data	Sensor P5	Data	Sensor P5
27-05-2017 17	24,37	29-05-2017 01	22,63	30-05-2017 09	22,38
27-05-2017 18	24,26	29-05-2017 02	22,63	30-05-2017 10	22,8
27-05-2017 19	24,04	29-05-2017 03	22,5	30-05-2017 11	23,19
27-05-2017 20	23,85	29-05-2017 04	22,41	30-05-2017 12	23,63
27-05-2017 21	23,63	29-05-2017 05	22,39	30-05-2017 13	24,07
27-05-2017 22	23,57	29-05-2017 06	22,3	30-05-2017 14	24,46
27-05-2017 23	23,35	29-05-2017 07	22,32	30-05-2017 15	24,98
28-05-2017 00	23,22	29-05-2017 08	22,41	30-05-2017 16	25,24
28-05-2017 01	23,14	29-05-2017 09	22,47	30-05-2017 17	25,48
28-05-2017 02	23,02	29-05-2017 10	22,69	30-05-2017 18	25,53
28-05-2017 03	22,87	29-05-2017 11	22,72	30-05-2017 19	25,56
28-05-2017 04	22,8	29-05-2017 12	22,75	30-05-2017 20	25,53
28-05-2017 05	22,72	29-05-2017 13	22,97	30-05-2017 21	25,41
28-05-2017 06	22,55	29-05-2017 14	23,24	30-05-2017 22	25,04
28-05-2017 07	22,55	29-05-2017 15	23,66	30-05-2017 23	24,72
28-05-2017 08	22,56	29-05-2017 16	23,88	31-05-2017 00	24,4
28-05-2017 09	22,61	29-05-2017 17	24,18	31-05-2017 01	24,18
28-05-2017 10	22,8	29-05-2017 18	24,37	31-05-2017 02	23,93
28-05-2017 11	23,05	29-05-2017 19	24,4	31-05-2017 03	23,69
28-05-2017 12	23,3	29-05-2017 20	24,32	31-05-2017 04	23,35
28-05-2017 13	23,41	29-05-2017 21	24,29	31-05-2017 05	22,97
28-05-2017 14	23,6	29-05-2017 22	23,82	31-05-2017 06	22,86
28-05-2017 15	23,77	29-05-2017 23	23,42	31-05-2017 07	22,8
28-05-2017 16	23,7	30-05-2017 00	23,19	31-05-2017 08	23,11
28-05-2017 17	23,49	30-05-2017 01	22,99	31-05-2017 09	23,47
28-05-2017 18	23,22	30-05-2017 02	22,75	31-05-2017 10	23,93
28-05-2017 19	23,11	30-05-2017 03	22,52	31-05-2017 11	24,46
28-05-2017 20	23,05	30-05-2017 04	22,22	31-05-2017 12	24,92
28-05-2017 21	22,83	30-05-2017 05	21,91	31-05-2017 13	25,51
28-05-2017 22	22,88	30-05-2017 06	21,61	31-05-2017 14	25,98
28-05-2017 23	22,77	30-05-2017 07	21,58	31-05-2017 15	26,17
29-05-2017 00	22,72	30-05-2017 08	21,86		

Anexo Z – Projeto 6 sigma

Anexo Z.1 – Project Charter

	6 Sigma Project Charter		Project kind	Cost Reduction
Project Title	Energy Efficiency Improvement in the Compressed Air System			
6 Sigma Black Belt Beginning of Project	André Freitas 15.02.2017			
Business Case	Increase of compressed air production.			
Problem Statement	The increase of compressed air demand and the increase of costs associated. Out of established goal in the rationalization plan of the energy consumption. Uncontrolled compressed air demand and without monitoring.			
Project Scope	7103 production line			
Objective Statement	Cost reduction of the compressed air system in 30%. Control and monitoring of the system.			
Indicator Y	EURO			
Baseline	5,80%			
Target	4,06%			
Savings (k€/year)	16,4			
Project Selection Criteria	75,0%			
Cycle Time	0	Inventory Reduction	0	Customer Cost Avoidance
Material	0	Spring/OW avoidance	0	Urgent Transports Cost Avoidance
		Customer Cost Avoidance	16,4	Capex. Avoidance
		Forecasted Savings		
Success Probability	> 75% of success	Resources Needs	Low (3-4 Team)	Speed/Scope
		Customer Impact	Customer may notice	4 to 6 months
		Transversalization Potential	All Plant concern	Data Collection / Measurement System
		Savings	5k to 25k	Changes Forecasted?
		Data available without IUSA		
		No changes forecasted		
Team Members				
NAME	ENTERPRISE FUNCTION			
Antônio Durval	Manufacturing Services Supervisor			
Pedro Veiga	Continuous Improvement			
João Castro	Instrumentation and Control Technician			
Javier González	Instrumentation and Control Technician			
PROJECT VALIDATION				
6 Sigma Black Belt				
MBB Coach				
Process Owner				
Finance				
Plant Manager				

Anexo Z.3 – Plano de futuras ações

		Assunto	Ação	Área de Incidência	Responsabilidade	Data limite
Fugas de ar comprimido	1 - Convocar equipas de técnicos de manutenção para identificação de fugas de ar comprimido (audíveis).	Linhas de produção	2 - Criação de métodos de monitorização, controlo e divulgação e execução das ações de melhoria.	Sala dos compressores	António Durval	2018
	2 - Criação de métodos de monitorização, controlo e divulgação e execução das ações de melhoria.	Rede de distribuição		Linhas de produção		
	3 - Adquirir equipamento de ultra-sons para realizar trabalhos de deteção e fugas periódicos (audíveis e inaudíveis).	Sala dos compressores		Rede de distribuição		
Rede de ar comprimido	1 - Otimização do seccionamento da rede	Rede de distribuição	2 - Plano de futuro crescimento e melhoria da rede de ar comprimido.	Rede de distribuição	António Duval	2018
	2 - Plano de futuro crescimento e melhoria da rede de ar comprimido.	Linhas de produção		Rede de distribuição	Pedro Veiga	2017
Monitorização do sistema de ar comprimido	1 - Ligação de todos os equipamento da sala dos compressores à central técnica centralizada.	Sala dos compressores	3 - Criação do mapa de sinalização	Sala dos compressores	Javier González João Castro	2017
	1 - Divulgação das notas técnicas.	Linhas de produção		2017-2018		
	2 - Realizar auditorias internas.	Linhas de produção				
Envolvência dos colaboradores da BWP	3 - Criação do mapa de sinalização	Linhas de produção		Linhas de produção	António Durval	2018