

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

Ana Isabel Ribeiro Mendes

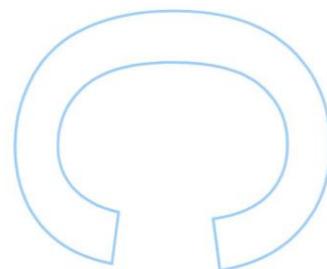
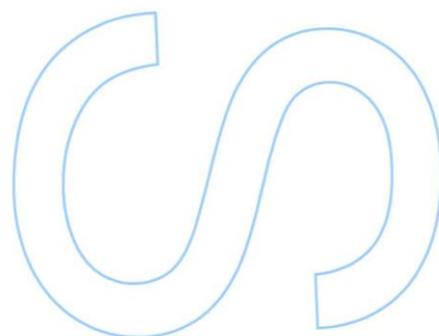
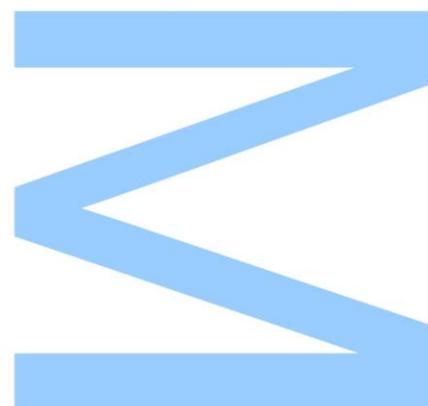
Mestrado em Ciências e Tecnologia do Ambiente
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
2016

Orientador

Paulo Joaquim Ferreira de Almeida
Professor auxiliar, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Coorientador

Hélia Maria Ferreira da Fonseca
Engenheira no Departamento de Qualidade, Ambiente e Segurança,
Continental – Indústria Têxtil do Ave



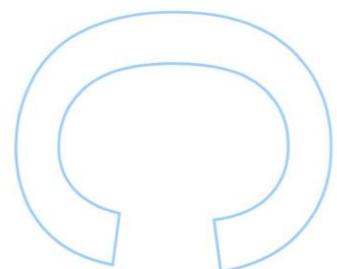
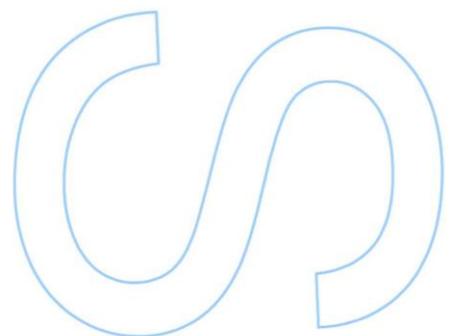
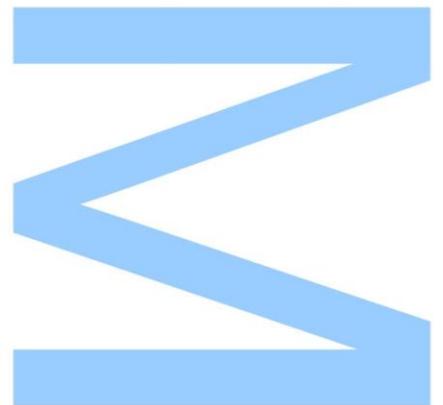


Continental – Indústria Têxtil do Ave



Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas. O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



AGRADECIMENTOS

Este relatório de estágio não teria sido possível sem o apoio e incentivo de algumas pessoas, a quem gostaria de agradecer.

Primeiramente, gostaria de agradecer à minha família, amigos e namorado, por todo o apoio, paciência e incentivo incondicional que demonstraram, não só no decorrer do estágio, mas durante todos estes anos de vida académica.

Também gostaria de agradecer a todos os docentes que me transmitiram conhecimento, em especial ao Professor Paulo Almeida, pela sua orientação, disponibilidade e dedicação ao longo da elaboração deste relatório de estágio.

Também não poderia deixar de agradecer à Continental – ITA, pela oportunidade de desenvolver o meu projeto, em especial aos Engenheiros Alice Moutinho, Diogo Nunes, Hélia Fonseca, Joaquim Rocha e Ricardo Cunha, por todo o apoio prestado durante a sua realização.

Por fim, quero também agradecer aos meus colegas de estágio, Beatriz Correia, Helena Pires e Nuno Dias, por toda a ajuda, disponibilidade e bons momentos passados durante estes nove meses.

Obrigada a todos!

RESUMO

Ao longo dos últimos anos, a produção de rolos de malhas na Continental – ITA tem vindo a aumentar significativamente. Em consequência disso, também se verificou um aumento do consumo de água do equipamento que realiza a lavagem dos gases, oriundos da râmula.

Tendo por base a política ambiental estabelecida pela empresa, este estágio teve como objetivo principal a otimização do consumo de água no equipamento de tratamento de gases. Para além disso, também se procurou saber se uma das causas das constantes avarias da bomba, que efetua a recirculação da água para a absorção dos poluentes gasosos no mesmo equipamento, era a acumulação de partículas no fundo do separador.

Para que a otimização efetuada fosse o mais eficiente possível, avaliou-se a qualidade da água em dois pontos distintos. Dessa forma, não comprometeria os valores exigidos pela entidade competente pelo tratamento da água e o funcionamento do equipamento. Depois de avaliada a qualidade da água, nesses dois pontos, concluiu-se que o funcionamento do equipamento poderia ser otimizado.

Para saber qual a origem das partículas encontradas, determinou-se, numa primeira fase, a concentração de ferro na água que se encontrava no separador óleo/água. Posteriormente recolheu-se e analisou-se as partículas acumuladas no fundo do separador. Depois de analisadas, concluiu-se que as partículas eram óxidos de ferro e que poderiam danificar a bomba.

Palavras – Chave: Equipamento de tratamento de gases; Otimização; Consumo de água; Qualidade da água; Ferro

ABSTRACT

During the last years, the production of mesh rolls at Continental - ITA has increased significantly. Consequently, the increase in the water consumption of the gas washing equipment used for gases coming from the stenter also worsened.

Based on the environmental policy established by the company, this work aims to optimize water consumption in the gas treatment equipment. In addition, it has also been studied whether one of the causes of constant pump breakdowns, which does recirculation of the water for absorption of gaseous pollutants in the same equipment, was the particle accumulation at the bottom of the separator tank.

To obtain the most efficient improvement, the water quality was evaluated in two distinct points, so as not to compromise the values required by the competent authority for water treatment and the functioning of the equipment. After having evaluated, the water quality in these two distinct points, we concluded that the functioning of the equipment could be optimized.

In order to find out the origin of the particles found, firstly, it was determined the concentration of iron in the water that was in the oil/water separator. Subsequently, the accumulated particles were collected from the bottom of the separator and analyzed. After this analyzes, it was possible to conclude that the particles were iron oxides that could damage the pump.

Keywords: Gas Treatment Equipment; Optimization; Water consumption; Water quality; Iron

ÍNDICE

Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Abstract.....	v
Lista de Figuras	viii
Lista de Tabelas.....	x
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xi
I. Introdução	1
1. Apresentação da empresa	2
2. Objetivos do Estágio	5
3. Processo Produtivo das Malhas	6
3.1 Tricotagem	8
3.2 Acabamento.....	10
4. Técnicas de tratamento de gases.....	14
4.1. Técnica de separação de partículas.....	15
4.2. Técnica de absorção de gases.....	19
5. Enquadramento Legal: Emissões Gasosas.....	23
6. Enquadramento legal: Água.....	26
II. Estágio	30
7. Etapas do Desenvolvimento do Estágio	31
8. Equipamento de Tratamento de Gases.....	33
8.1. Separador óleo/água.....	34
8.2. Circulação da Água no Equipamento de Tratamento de Gases	36
9. Consumos de água no Equipamento de Tratamento de Gases	38
10. Introdução de Sensores no Equipamento de Tratamento de Gases.....	42
11. Análise da Água.....	45
11.1. Verificação da Qualidade da Água que Abastece o equipamento	45
11.1.1. Resultados obtidos às análises efetuadas ao poço.....	45

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

11.1.2. Resultados obtidos às análises efetuadas à água do furo	46
11.2. Análise à Água Residual enviada para o SIDVA	50
12. Otimização Sugerida para a Redução da Água Residual enviada para o SIDVA.....	53
13. Verificação da acumulação de partículas no Separador óleo/água	55
13.1. Locais de amostragem	55
13.2. Resultados dos parâmetros estudados	56
13.3. Recolha e Análise das partículas depositadas no separador	57
14. Conclusão	62
15. Bibliografia	64
III. Anexos	67
16. Análise das Emissões Gasosas para a Atmosfera	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema simplificado do processo de produção das malhas	6
Figura 2: Bobinas 100% Poliéster	7
Figura 3: Bobinas de mistura de poliéster/algodão	7
Figura 4: Tear Circular	8
Figura 5: Râmula	11
Figura 6: Zona referente ao alimentador/acumulador.....	11
Figura 7: a) Fixação da largura da malha. b) Vaporização das malhas PES/CO com água, antes da entrada para as estufas.....	12
Figura 8: Rolo de malha termofixada.	13
Figura 9: Funcionamento comum de um Precipitador Electroestático. (Fonte:[14]).....	15
Figura 10: Precipitador electroestático de formato em placas. (Fonte: [14]).....	16
Figura 11: Precipitador electroestático de formato tubular. (Fonte: [14])	17
Figura 12: Esquema simplificado de um lavador de gases. (Fonte:[17])	20
Figura 13: Lavador de gases do tipo <i>moving-bed</i> . (Fonte: [12])	21
Figura 14: Esquema da legislação referente à avaliação e gestão qualidade do ar. (Adaptado: [21])	24
Figura 15: Tanque de separação óleo/água.....	34
Figura 16: Esquema simplificado do equipamento de tratamento de gases LUWA.....	35
Figura 17: Gráfico referente aos consumos de água por hora nos anos de 2014 e 2015	38
Figura 18: Gráfico relativo ao número de horas de funcionamento da râmula.	39
Figura 19: Gráfico referente aos consumos de água por mês nos anos de 2014 e 2015	39
Figura 20: Gráfico relativo ao volume estimado de água residual encaminhado para o SIDVA durante os meses dos anos de 2014 e 2015.....	40
Figura 21: Sensores <i>Liquiphant FTL31</i>	42
Figura 22: Gráfico relativo ao volume estimado de água residual, nos anos de 2014, 2015 e primeiro trimestre de 2016.	43
Figura 23: Gráfico referente aos consumos de água nos anos de 2014, 2015 e primeiro trimestre de 2016.....	44
Figura 24: Sistema de regulação do caudal atual.	53
Figura 25: Válvula de cunha a ser aplicada, para a fixação do caudal da água injetada.	54
Figura 26: Esquema relativo aos locais de amostragem	56

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

Figura 27: Iniciação da limpeza efetuada ao separador óleo/água.....	57
Figura 28: Local 1 e partículas recolhidas.....	58
Figura 29: Local 2 e partículas recolhidas.....	58
Figura 30: Filtro utilizado pela empresa para reter as partículas que se acumulam no fundo do separador óleo/água.	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Vantagens e desvantagens dos precipitadores electrostáticos. (Adaptado: [12], [14], [17])	18
Tabela 2: Vantagens e desvantagens dos lavadores de gases. (Adaptado: [12],[17]).	22
Tabela 3: Medidas gerais e respetiva descrição, em situação hídrica normal e situação em escassez hídrica, no setor industrial. (Adaptado:[27])	28
Tabela 4: Parâmetros e equipamentos utilizados para a sua determinação.....	32
Tabela 5: Resultados obtidos nas análises efetuadas ao poço em agosto de 2015 e março de 2016.....	46
Tabela 6: Resultados obtidos nas análises efetuadas ao Furo, antes e depois do tratamento, em agosto de 2015.	48
Tabela 7: Resultados obtidos nas análises efetuadas ao Furo, depois do filtro, em março de 2016.....	49
Tabela 8: Parâmetros e concentrações máximas admissíveis nas águas residuais que são enviadas para o SIDVA.....	50
Tabela 9: Valores das análises efetuadas à água que vai para o SIDVA, com um caudal de injeção de 0,5 m ³ /h e 1 m ³ /h.....	51
Tabela 10: Resultados obtidos nos ensaios efetuados ao separador óleo/água.	56
Tabela 11: Resultados obtidos, das análises efetuadas à chmainé da râmula, enquanto termofixava PES/CO.....	68
Tabela 12: Resultados obtidos, das análises efetuadas à chmainé da râmula, enquanto termofixava 100% PES.	69

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AG	Automotive Group
C-ITA	Continental – Indústria Têxtil do Ave
DL	Decreto – lei
PES	Poliéster
PES/CO	Mistura de poliéster e algodão
SIDVA	Sistema Integrado de Despoluição do vale do Ave
PNUEA	Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água
TRATAVE	Tratamento de Águas Residuais do Ave

I. INTRODUÇÃO

1. Apresentação da empresa

A empresa Continental AG foi fundada em Outubro de 1871 em Hannover, Alemanha. Inicialmente fabricava apenas artefactos de borracha flexível e pneus para carruagens e bicicletas. Mais tarde, em 1898 começou a produzir pneus para automóveis. Atualmente, a empresa está dividida em seis grandes pilares: Chassis e Segurança, *Powertrain*, Interior, Pneus para Viaturas de Passageiros e Comerciais Ligeiros, Pneus Pesados e *ContiTech*, espalhada por mais de 36 países [1].

A empresa Industria Têxtil do Ave (ITA), situada na freguesia de Lousado, Vila Nova de Famalicão, foi fundada a 16 de Dezembro de 1948. A Intext, assim chamada inicialmente, começou a sua atividade fabril em 1950, com a produção de telas de algodão para o fabrico de pneus. Mais tarde, em 1988, a empresa é vendida ao Grupo Amorim, e passa-se a designar-se Industria Têxtil do Ave, ficando mais conhecida por ITA [2].

A sua integração ao grupo Continental AG só aconteceu em 1993, passando-se a chamar Continental – ITA. Como consequência, disso a ITA foi uma das primeiras empresas têxteis a obter a certificação do Sistema de Gestão da Qualidade e o certificado do Sistema de Gestão Ambiental [2].

A empresa produz cerca de 14,000 ton/ano de telas e cabos impregnados, sendo as suas principais matérias-primas o Rayon, Nylon, Poliéster e Aramida [2]. Recentemente, a C-ITA alargou a sua produção e começou a fabricar malhas, sendo a sua matéria-prima fios 100% poliéster e fios de mistura de poliéster/algodão.

Atualmente, são fabricados na C-ITA três tipos de produto acabado: rolos de tela impregnada, bobinas de cabo impregnado e rolos de malha, todos eles utilizados na indústria automóvel. Os dois mais antigos, que dizem respeito aos rolos de tela e bobines de cabos impregnados, são utilizados como reforços para pneus. Já o terceiro produto acabado, os rolos de malha, são usados no fabrico de peças para o interior de automóveis. Estes três produtos possuem processos produtivos distintos que serão explicados de forma sucinta a seguir.

Tela Impregnada

Para a produção de tela impregnada, as bobinas de matéria-prima que são utilizadas para a sua produção passam, em primeiro lugar, pela secção da torcedura. Este processo tem como finalidade entrelaçar duas ou mais fibras de forma a melhorar as propriedades mecânicas das fibras, em especial a resistência ao alongamento e a rutura [3].

Efetuada este processo, as bobinas de cabos produzidas na torcedura, são colocadas em esquinadeiras e enviadas para a secção da tecelagem. Nesta secção, as esquinadeiras com as bobinas de cabo, são ligadas aos teares e transformadas em tela verde, isto é, tecido que ainda não adquiriu qualquer tratamento físico ou químico. Posteriormente, as telas produzidas são enviadas para a zona de impregnação.

Na última etapa deste processo produtivo, a impregnação, as telas em verde passam por soluções químicas distintas, dependendo do tipo de matéria-prima que será impregnada, dessa forma adquirem propriedades químicas para melhorarem a sua afinidade à borracha [3]

Concluída a impregnação, os rolos de tela impregnada são embalados e encaminhados para o armazém e, posteriormente, enviados para os clientes. No caso de existir alguma não conformidade nos rolos, estes, em vez de irem diretamente para o armazém, passam pela Revistadeira, onde se efetua a sua correção, caso seja possível.

Cabo impregnado

O cabo impregnado, produzido na C-ITA, tem um processo produtivo muito idêntico ao processo de produção das telas impregnadas. Tal como acontece no caso anterior, as bobinas de matéria-prima, são encaminhadas para torceduras. Posteriormente, os cabos produzidos nesta secção, são enviados diretamente para a impregnação, ao contrário do que sucedeu no primeiro caso.

Já na zona de impregnação, os cabos em verde, que não possui qualquer tipo de tratamento, são imersos em soluções químicas específicas para cada material e obtêm as propriedades químicas específicas para aderir à borracha. Concluída a operação, as bobinas de cabo impregnado são colocadas em caixas metálicas e enviadas para o armazém, para mais tarde serem encaminhadas para o cliente.

Malhas

O processo produtivo das malhas é bem diferente dos processos supracitados. Este processo está dividido em duas fases distintas: a tricotagem e a termofixação, que serão tratados com mais detalhe no capítulo 3.

2. Objetivos do Estágio

A política ambiental do grupo Continental e em especial a da Continental - Indústria Têxtil do Ave tem em conta vários princípios para a proteção do ambiente. Dentro destes princípios destacam-se: a conservação dos recursos naturais, que leva a uma redução do consumo de água, energia, matérias-primas e combustíveis; a prevenção da poluição de forma a minimizar os impactos negativos da atividade fabril no meio ambiente, e por fim, o desenvolvimento de processo verdes.

Tendo por base a política ambiental da empresa, este estágio curricular teve como objetivo principal a otimização do consumo de água no equipamento de tratamento de gases. Para além disso, também se procurou saber se uma das causas das constantes avarias da bomba, que efetua a recirculação da água para a absorção dos poluentes gasosos no mesmo equipamento, era a acumulação de partículas no fundo do separador.

Para a realização deste estágio executaram-se algumas tarefas. Analisou-se a qualidade da água em dois pontos distintos: a água que abastecia o equipamento e a água que era expelida para o SIDVA (Sistema Integrado de Despoluição do Vale do Ave). Numa fase posterior, determinou-se a concentração de ferro na água que se encontrava no separador óleo/água e, posteriormente recolheu-se e analisou-se as partículas encontradas no fundo do mesmo.

3. Processo Produtivo das Malhas

Como citado anteriormente, a Continental – ITA produz três diferentes tipos de produto acabado, a tela impregnada, o cabo impregnado e a malha. O equipamento de tratamento de gases – *Air Cleaning*, em se pretende otimizar o consumo de água, encontra-se na secção onde são produzidos as malhas. Assim sendo, será analisado com mais pormenor o processo produtivo das malhas.

O processo produtivo das malhas está dividido em duas fases distintas, a tricotagem e o acabamento.

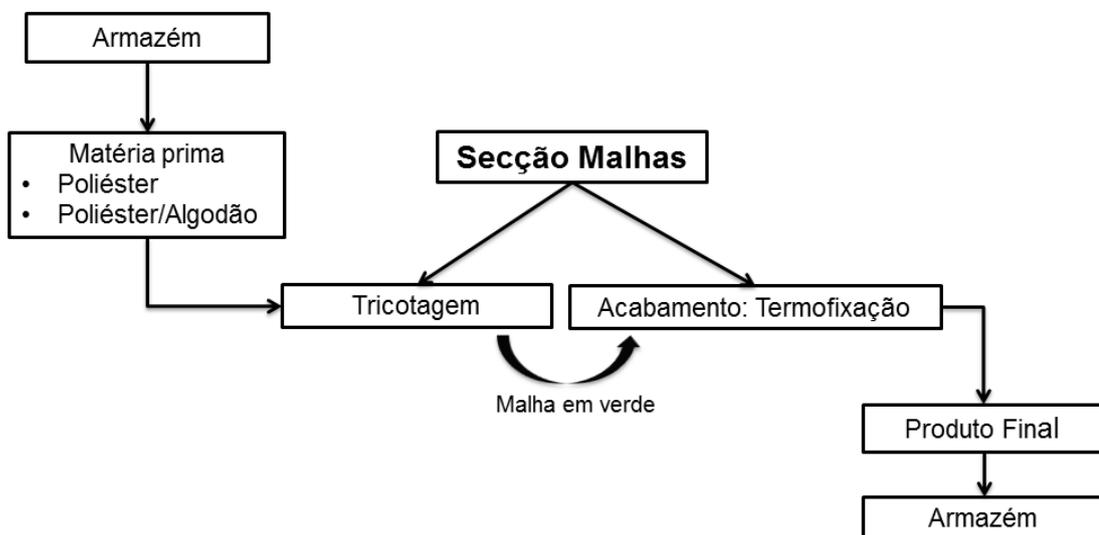


Figura 1: Esquema simplificado do processo de produção das malhas

As matérias-primas utilizadas para a produção das malhas são, os fios 100% poliéster e os fios de poliéster/algodão.

O poliéster é uma fibra sintética formada a partir do poli (etileno teraftalato). Esta fibra apresenta várias características, que a tornam fundamental para o fabrico deste tipo de produto. Possui um bom alongamento e resistência. Não sofre grandes alterações quando exposta à radiação solar, sendo por isso muito utilizada no fabrico de estofos. Para além disso, o poliéster tem uma boa resistência à rutura e ao desgaste. Esta fibra, também apresenta elevada resistência a bases e é pouco sensível a oxidantes e redutores, apesar disso, é danificada na presença de ácido clorídrico e ácido nítrico, em concentrações elevadas. O poliéster também apresenta baixa retenção e absorção da humidade [4], [5].



Figura 2: Bobinas 100% Poliéster

A outra matéria-prima é constituída por 65% de poliéster e 35% de algodão. Este fio é obtido aquando do processo de fiação, pois é nesta altura que as duas fibras são misturadas nas proporções pré-estabelecidas. Os fios de poliéster/algodão, quando comparados aos fios de 100% algodão, apresentam maior resistência à rutura e abrasão. Por outro lado, as vantagens relativamente aos fios 100% poliéster são: o fácil processo de fiação comparativamente aos fios 100% poliéster, menor eletricidade estática, melhor uniformidade da mecha, torção e no comprimento do fio [6].



Figura 3: Bobinas de mistura de poliéster/algodão

Como tal, as bobinas de matérias-primas provenientes do armazém são, primeiramente, tricotadas e transformadas em três artigos diferentes, dependendo da matérias-primas que está a ser utilizada. De seguida, as malhas são termofixadas e, posteriormente, embaladas e novamente enviadas para o armazém.

Todos os processos produtivos, realizados para a obtenção dos rolos de malhas serão descritos com mais pormenor nos próximos subcapítulos.

3.1 Tricotagem

A matéria-prima, chegada à secção das malhas, passa para a primeira etapa do processo produtivo – a Tricotagem. Este processo tem como objetivo principal a produção de malhas em verde, isto é, a produção de malhas que ainda não adquiriu qualquer tratamento físico ou químico para melhorar as suas propriedades. Este processo ocorre em equipamentos próprios para essa função, como é o caso dos teares circulares (Figura 4) utilizados nesta empresa.



Figura 4: Tear Circular

Assim sendo, as bobinas de matérias-primas, quando chegadas à secção, são, primeiramente, colocadas nas esquinadeiras laterais dos teares circulares e os seus fios ligados através de tubos às agulhas do tear. A esse mecanismo dá-se o nome de sistema de alimentação [7].

Para além disso, as bobinas de matéria-prima quando colocadas nas esquinadeiras também são unidas umas às outras, para que dessa forma, quando acabe o fio de uma bobina, a outra continue a fornecê-lo. Desta forma, o tear consegue produzir em contínuo, não sendo preciso interromper a produção para colocar uma nova bobina.

Efetuada a ligação do fio às agulhas do tear circular, inicia-se a tricotagem. A tricotagem consiste na produção de malhas a partir do entrelaçamento de fios, utilizando técnicas de formação de laçadas [7].

Para além disso, a tricotagem pode ser separada em duas categorias distintas. A tricotagem de malha de trama e a tricotagem de malha de teia [8].

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

A malha de trama é produzida através do entrelaçamento de laçadas de fio na direção horizontal. Na produção deste tipo de malha, um fio ou mais alimenta um conjunto de agulhas simultaneamente ou sucessivamente. O sistema de agulhas, por sua vez, pode estar disposto na forma circular ou lateralmente [8].

A tricotagem da malha de teia é realizada através do entrelaçamento de laçadas na direção vertical. O sistema de agulhas está disposto horizontalmente, e é alimentado por um ou mais fios por cada agulha [8].

Na C-ITA são produzidos três tipos de malhas diferentes, Poliéster Single, Poliéster Crepp e Poliéster/Algodão. Os dois primeiros artigos, PES Single e PES Crepp, apesar de serem produzidos a partir da mesma matéria-prima (100% poliéster) têm a estrutura da malha diferente. Enquanto o PES Single tem uma estrutura de malha simples o PES Crepp possui uma estrutura bem mais trabalhada. Já em relação ao artigo PES/CO, este, para além de ser produzido a partir de outra matéria-prima (poliéster/algodão), consegue ser facilmente diferenciado dos outros restantes artigos, pois apresenta uma cor mais amarela, enquanto os outros artigos possuem uma cor esbranquiçada.

De uma forma geral, para a produção de um rolo de malha são precisas, em média, 13,5 bobinas de matéria-prima (100% poliéster ou poliéster/algodão). O tempo de tricotagem é de aproximadamente 3 horas e cada rolo pode pesar cerca de 72 kg.

Efetuada a tricotagem, os rolos de malha em verde são encaminhados para a segunda fase do processo produtivo, o acabamento.

3.2 Acabamento

O acabamento é uma das etapas do processo de enobrecimento têxtil ou ultimação têxtil. Este processo também engloba, para além do acabamento, outras operações, como o tratamento prévio, o tingimento e a estamparia. Dependendo do objetivo final do artigo têxtil em que se está a trabalhar, este pode passar por uma ou mais operações até chegar à fase de confeção [7].

Na C-ITA, como já supracitado, as malhas em verde apenas são sujeitas ao acabamento. Esta etapa tem como objetivo principal conferir ao artigo têxtil as propriedades e características necessárias para satisfazer o exigido pelo cliente. Esses tratamentos tanto podem ser estéticas como funcionais, dependendo sempre da aplicação final do artigo [7].

Para além disso, os acabamentos poderão ser aplicados no artigo têxtil através de métodos mecânicos, químicos ou a combinação destes dois métodos. Os métodos mecânicos envolvem a aplicação de princípios físicos, tais como a temperatura, a pressão, a tensão. Por outro lado, os métodos químicos envolvem a aplicação de produtos químicos, que fixam na fibra têxtil de forma permanente ou temporária [7].

No caso da C-ITA, é aplicado à malha tricotada um acabamento mecânico. A termofixação é um acabamento mecânico, em que o artigo têxtil é sujeito à ação do calor. Este processo tem como finalidade sujeitar o artigo têxtil a uma temperatura compreendida entre a sua temperatura de fusão (temperatura máxima) e a temperatura de transição vítrea da fibra, isto é, a temperatura necessária para quebrar as ligações secundárias da fibra. Para além da temperatura, outros parâmetros são importantes na termofixação, como a tensão mecânica exercida no artigo têxtil e o tempo de residência do artigo sob ação do calor [9].

Dessa forma, este tratamento térmico consegue uniformizar as estruturas das fibras, reduzir o enrolamento das orelhas dos artigos têxteis, eliminar a tensão interna e assim reduzir a possibilidade de encolhimento em processos futuros. Para além disso, também confere ao artigo têxtil estabilidade dimensional [10].

Para se efetuar este tratamento térmico, a C-ITA utiliza a râmula (Figura 5). O principal objetivo deste equipamento é proporcionar estabilidade dimensional às malhas, para que as suas propriedades não se alterem, a altas temperaturas, em processos futuros.



Figura 5: Râmula

Assim sendo, quando as malhas provenientes dos teares circulares são encaminhadas para a râmula, estas são introduzidas, numa primeira fase, num acumulador/alimentador (Figura 6). Neste local a malha vai-se acumulando para que, posteriormente, caso seja preciso mudar de rolo, a máquina não pare o seu funcionamento.



Figura 6: Zona referente ao alimentador/acumulador

De seguida, são aplicadas tensões às malhas, que variam conforme o artigo. Estas tensões exercidas servem principalmente para que o artigo se mantenha uniforme e assim o processo continue normalmente.

Depois da uniformização dos artigos, estes passam para o endireitador de trama. Este processo é executado, porque muitas vezes as malhas têm as tramas em

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

posições incorretas, tornando-se necessário a utilização de infravermelhos para voltar a posicioná-las corretamente.

Depois de tricotadas, as malhas encontram-se esticadas por natureza. Para que, posteriormente, possam ter a largura conforme a definida pelo cliente, as malhas tem de passar, obrigatoriamente, pela fase de sobrealimentação, onde o artigo é encolhido alguns centímetros.

Logo de seguida, o artigo passa para o cadeado para que a sua largura seja fixada antes de entrar na estufa, tal como se pode observar na Figura 7- a.

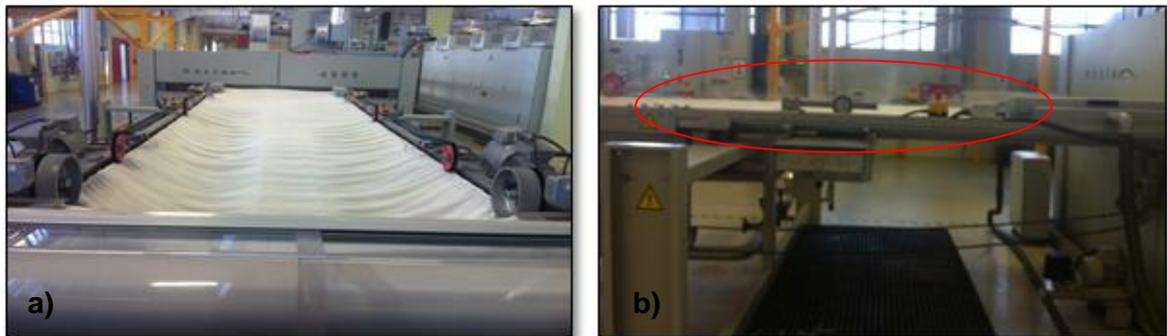


Figura 7: a) Fixação da largura da malha. b) Vaporização das malhas PES/CO com água, antes da entrada para as estufas

É nesta altura, antes de entrar para a estufa, que o artigo PES/CO, ao contrário dos artigos PES Single e PES Crepp, é exposto ao vapor de água, tal como se pode observar na Figura 7- b. Este processo é essencial para que, estes artigos não sofram um choque térmico, quando entrarem em contacto com o calor. Além disso, este tipo de artigo é exposto ao vapor de água, para que a malha não fique mais amarelada e seja mais permeável ao calor.

Posteriormente, quando os artigos já se encontram nas estufas, efetuam-se a termofixação. A temperatura a que estão sujeitos varia conforme o artigo que está a ser termofixado. Para os artigos PES Single e PES Crepp a temperatura da termofixação varia entre os 190°C – 195°C, enquanto para o artigo PES/CO a temperatura é ligeiramente superior, atingindo os 205°C.

Durante o processo, é também utilizada a resina Rhenappret HKL, constituída por uma mistura de dispersão de acetato de polivinilo, que tem como função intensificar o efeito de redução do enrolamento das malhas.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

É nesta fase, quando as malhas se encontram nas estufas, que se dá a formação dos gases, que, posteriormente, seguem para o equipamento de tratamento de gases, onde os poluentes são absorvidos e os gases purificados libertados para a atmosfera.

Por fim, terminada a termofixação, os artigos são novamente enrolados, embalados e colocados no armazém, tal como se observa na Figura 8.



Figura 8: Rolo de malha termofixada.

4. Técnicas de tratamento de gases

Na indústria têxtil, várias técnicas de tratamento de gases são utilizadas. Segundo o diploma PCIP (Prevenção e Controlo Integrado da Poluição) para o sector têxtil, diploma este, que tem como objetivo o tratamento integrado da poluição, ao nível da água, ar e solo. As técnicas mais recomendadas para a redução das emissões atmosféricas poluentes são [11]:

- Técnicas de Oxidação;
- Técnicas de Condensação;
- Técnicas de Separação de partículas;
- Técnicas de Absorção;
- Técnicas de Adsorção.

Das técnicas apresentadas acima, algumas são mais específicas para remover certos tipos de compostos poluentes, enquanto outras são mais direcionadas para a remoção de partículas suspensas. As técnicas de oxidação, adsorção, absorção e condensação, são mais específicas para a remoção de compostos orgânicos voláteis e compostos inorgânicos. Por outro lado a técnica de separação de partículas é mais utilizada, como o nome já indica, para a remoção de partículas suspensas [12].

Estas técnicas de tratamento de gases, dependendo do tipo de poluente ou poluentes que estão a ser tratados podem ser usadas de forma isolada, ou então, de forma combinada, para que, desta forma haja uma maior eficiência na redução dos poluentes para atmosfera. Exemplo disso, é a utilização, de forma combinada, de um condensador, juntamente com um lavador de gases aquoso (técnica de absorção), e um precipitador electrostático, equipamento associado à técnica de separação de partículas [11].

Com aplicação destas técnicas, de forma conjunta ou individual, vários benefícios ambientais poderão ser obtidos. Os principais benefícios que poderão ser alcançados com a introdução de equipamentos para o tratamento de gases são: a redução dos compostos orgânicos voláteis (COV), partículas suspensas e substâncias tóxicas envolvidas nos gases expelidos; e a diminuição dos odores produzidos devido aos processos que estão a ser efetuados [11].

4.1. Técnica de separação de partículas

A técnica de separação de partículas é mais utilizada quando se está perante gases com elevadas concentrações de material particulado. Esse tipo de material pode ser constituído por poeiras, metais pesados ou os seus compostos e aerossóis [12].

Um dos equipamentos mais utilizados para a remoção dessas partículas poluentes é o precipitador electrostático. Este equipamento remove as partículas sólidas ou líquidas suspensas na corrente gasosa, usando para isso forças electrostáticas [13].

Os gases residuais juntamente com as partículas são arrastados para os precipitadores electrostáticos. No interior deste equipamento está presente um eléctrodo de ionização, que se situa entre as placas coletoras de partículas (elérodos positivos). As partículas, ao atravessar esta região, são eletricamente carregadas e arrastadas para as placas coletoras. Este fenómeno deve-se ao facto de existirem moléculas gasosas e iões carregados negativamente que as intercetam, tal como se verifica pela Figura 9 [14], [15].

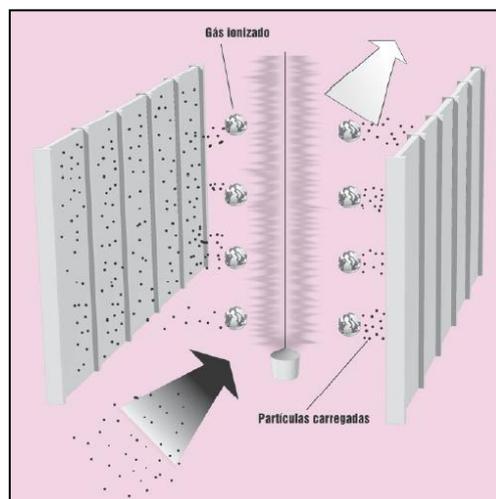


Figura 9: Funcionamento comum de um Precipitador Electrostático. (Fonte:[14])

Os precipitadores electrostáticos podem ter dois tipos de formato, em forma de placa, ou então em formato tubular e podem operar a húmido ou então a seco, conforme a necessidade ou não de um líquido de tratamento [12], [14].

Nos precipitadores electrostáticos de formato em placas, o fluxo de gás residual é arrastado horizontalmente e paralelamente às placas coletoras verticais. Os eléctrodos

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

de alta voltagem estão posicionados entre as placas, e as partículas poluentes são arrastadas para as placas coletoras e lá permanecem formando camadas. A sua limpeza é efetuada por impacto mecânico, em intervalos regulares para que, dessa forma o equipamento não perda a sua eficiência [12], [16].

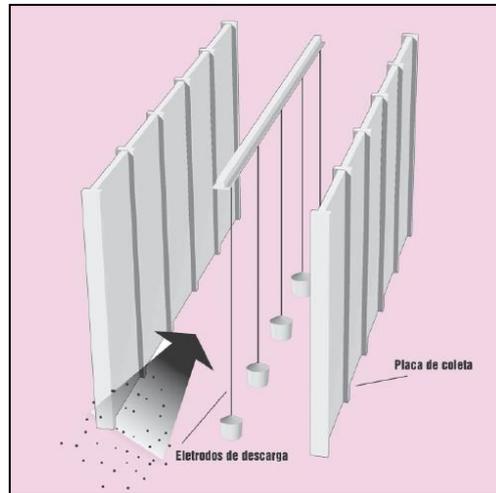


Figura 10: Precipitador electrostático de formato em placas. (Fonte: [14])

Já em relação ao precipitador electrostático de formato tubular, o gás residual é arrastado verticalmente através de condutas, paralelas umas às outras. Os elétrodos de alta voltagem estão posicionados ao longo dos tubos, tal como se verifica na Figura 11. As partículas, por sua vez, tal como acontece no equipamento anterior, também são arrastadas para as paredes do tubo e ali permanecem. A sua limpeza é realizada, na maioria dos casos, através da injeção de um de líquido à superfície do tubo [12], [16].

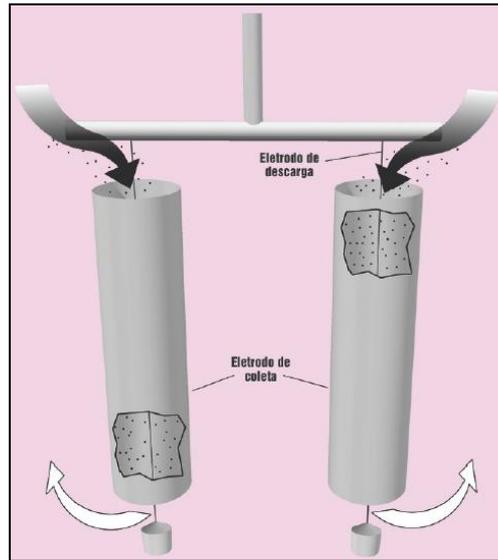


Figura 11: Precipitador electrostático de formato tubular. (Fonte: [14])

Os precipitadores electrostáticos são utilizados, principalmente, para a remoção de partículas suspensas, com tamanhos compreendidos entre os 0.01 a 20 μm . A eficiência deste tipo de equipamento de tratamento de gases ronda os 90% a 95% [11].

Quando se está perante um fluxo gasoso, que apresenta, para além das partículas suspensas, outros poluentes gasosos, é recomendado utilizar, para além deste equipamento, outras técnicas de tratamento de gases. Dessa forma, a eficiência do tratamento é superior [11].

De uma forma geral as vantagens e desvantagens deste tipo de equipamento estão descritas na Tabela 1.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases**Tabela 1:** Vantagens e desvantagens dos precipitadores electrostáticos. (Adaptado: [12], [14], [17])

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none">• Alta eficiência para a remoção de partículas pequenas;• Partículas podem ser removidas secas;• Adequados para grandes fluxos gasosos;• Opera a elevada temperatura e pressão;• Custo operacional relativamente baixo;• Manutenção simples;• Os precipitadores electrostáticos húmidos conseguem facilmente remover partículas potencialmente explosivas.	<ul style="list-style-type: none">• Risco de explosão, principalmente, nos precipitadores electrostáticos a seco;• Capacidade de separação depende da resistividade das partículas;• Equipamentos que ocupam bastante espaço;• Capacidade de limpeza está dependente da condutividade das substâncias químicas que estão a ser removidas;• Sensibilidade às variações de fluxo gasoso (temperatura, concentração de partículas suspensas ou outros compostos);• Podem provocar acidentes, aquando da manutenção do equipamento, devido à elevada voltagem.

4.2. Técnica de absorção de gases

A técnica de absorção consiste no contacto entre o fluxo gasoso e um solvente. Quando os dois entram em contacto, os componentes solúveis que vêm envolvidos no gás são solubilizados pelo solvente, que por norma é a água. Desta forma, os poluentes solúveis são removidos da corrente gasosa, que fica “purificada” [12], [17].

Os lavadores de gases são os equipamentos que executam este tipo de técnica e são utilizados para a remoção de [12]:

- Gases poluentes, tais como haletos de hidrogénio, SO_2 , amoníaco, H_2S ou então compostos orgânicos voláteis;
- Partículas suspensas, neste caso em concreto existem lavadores específicos para este tipo de tratamento, como por exemplo os lavadores *Ventori*.

Dependendo do tipo de poluente que está a ser tratado, o solvente utilizado para a sua remoção, também é diferente. Como tal usa-se [12]:

- Água, para a remoção de haletos de hidrogénio ou amoníaco. Com a utilização deste fluido, consegue-se recuperar e reutilizar estes contaminantes;
- Soluções alcalinas, como por exemplo soda caustica ou hidróxido de sódio, para a remoção de componentes ácidos do fluxo gasoso;
- Soluções de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, para a remoção dos odores;
- Soluções de Na_2S_4 , para a remoção de mercúrio do gás residual;
- Soluções ácidas, para a remoção de componentes alcalinos do fluxo gasoso.

Dependendo do tipo de composto químico que se queira remover do fluxo gasoso, existem vários lavadores de gases específicos para cada caso em concreto. Os mais comuns são: lavadores do tipo *moving-bed*, *packed-bed* e *fiber-bed*, lavadores com placas de impacto, e torres de pulverização [12].

Os lavadores de gases são escolhidos conforme a sua eficiência e a forma de tratamento que cada um possui. Para que a escolha dos lavadores seja a mais eficaz, tem de se ter em conta: as propriedades dos gases que são extraídos; a energia necessária; e o tipo de reagente que pode estar envolvido [12].

Todos os lavadores de gases são, por norma, constituído por três partes distintas: uma coluna de absorção, um filtro para a captação de nevoas poluentes e um tanque.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

A primeira secção diz respeito à zona onde o gás residual entra em contacto com o líquido de “lavagem”. A corrente gasosa passa, por norma, numa coluna cilíndrica vertical, que poderá ser de diversas formas, conforme a finalidade do lavador em questão [17], [18].

Na coluna, os gases poderão passar por espaços vazios de um leito poroso de material inerte, a que se dá o nome de enchimento, que é banhado pelo líquido de tratamento. Uma outra forma de passagem do gás poderá ser através de placas com orifícios, por onde passam pequenas bolhas de gás que estabelecem contacto com o líquido de tratamento que se encontram no topo da placa [18].

A segunda secção diz respeito à zona de filtragem, que se encontra imediatamente antes da chaminé. Este filtro tem como objetivo a remoção da névoa de gotículas poluentes, que se formam durante a absorção. Esta névoa vem juntamente com a corrente gasosa purificada devido ao seu baixo peso molecular. Como tal, é necessário a presença de um filtro, para que esta seja removida, antes de atingir a atmosfera [19].

Por fim, a terceira e última parte do lavador de gases diz respeito ao tanque de recirculação. Este tanque tem como função armazenar o efluente líquido originado aquando do tratamento dos gases, e que, na maioria das vezes, é reutilizado para o tratamento dos gases [17].

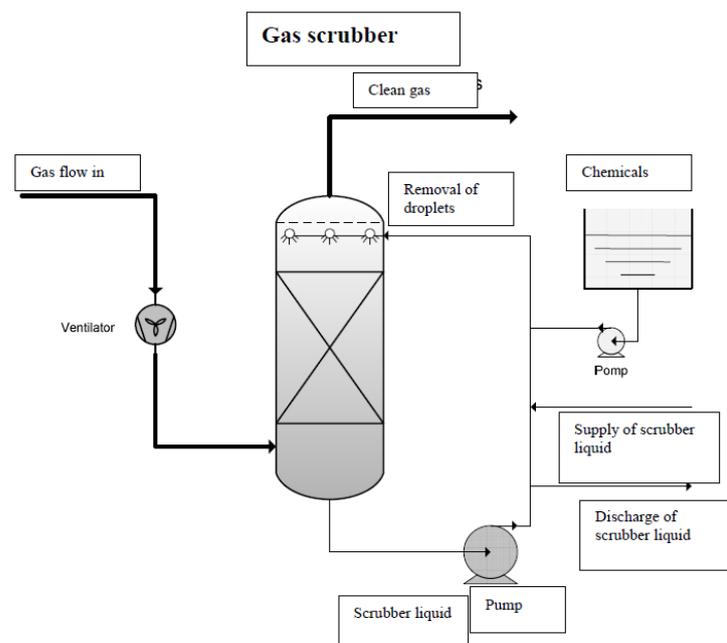


Figura 12: Esquema simplificado de um lavador de gases. (Fonte:[17])

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

Como referido, existem vários tipos de lavadores, que são utilizados conforme o tipo de componentes que se queiram retirar do fluxo gasoso. O lavador de gases do tipo *moving-bed* é utilizado, principalmente, para a remoção de dióxido de enxofre, fluoreto de hidrogénio e odores. Este tipo de lavador também consegue tratar poeiras que venham envolvidas nos gases residuais [12].

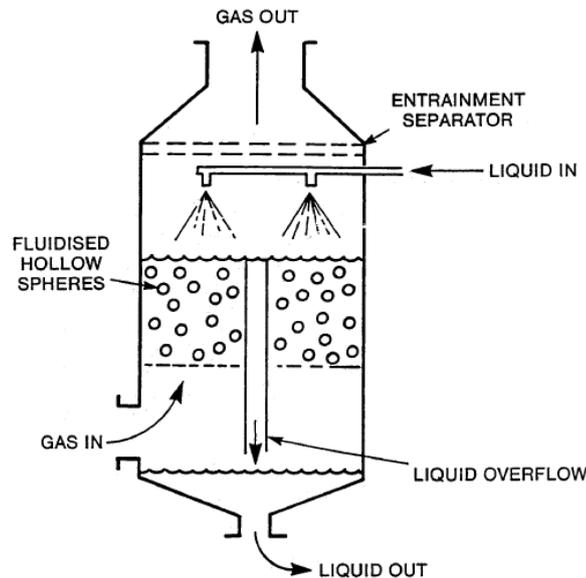


Figura 13: Lavador de gases do tipo *moving-bed*. (Fonte: [12])

Este lavador de gases, tal como citado anteriormente, é constituído por três partes distintas: a coluna de absorção; o filtro para captação de nevoas poluentes que vem juntamente com o fluxo gasoso; e o tanque que faz o armazenamento do fluido que irá fazer novamente a recirculação no equipamento. O que difere este lavador dos outros é a coluna de absorção. Neste lavador de gases, a coluna de absorção é constituída por esferas plásticas de baixa densidade, que são colocadas em grelhas de suporte e estão em constante movimento, como se pode observar pela Figura 13. Este constante movimento das esferas associado a sua superfície lisa leva a que a probabilidade de entupimento deste equipamento seja diminuta [12].

A eficiência deste tipo de equipamento está dependente do tipo de processo produtivo que esteja a ser efetuado. Mesmo assim, a eficiência desta técnica varia entre 40 a 60% [11].

As vantagens e desvantagem desta técnica estão descritas na Tabela 2.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases**Tabela 2:** Vantagens e desvantagens dos lavadores de gases. (Adaptado: [12],[17])

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none">• Vasta gama de utilizações;• Alta eficiência na remoção de poluentes;• Tecnologia simples e robusta;• Manutenção simples;• Apenas alguns componentes são sensíveis ao desgaste;• Os gases corrosivos e partículas suspensas também podem ser neutralizados;	<ul style="list-style-type: none">• Tratamento da água residual;• As partículas removidas têm de ser tratadas mesmo quando são reutilizadas;• Alto consumo de água e reagentes;• Alto potencial de corrosão do equipamento;• Partículas coletadas poderão estar contaminadas e poderão não ser recicladas;• A recirculação do líquido de tratamento pode aumentar a emissão de odores.• Necessidade de montagens de estruturas de apoio;

5. Enquadramento Legal: Emissões Gasosas

As melhorias que têm acontecido ao longo destes anos relativamente à qualidade do ar têm sido significativas. Apesar disso, ainda persistem alguns problemas de poluição atmosférica, em especial a poluição por PM_{10} , O_3 e NO_2 , que podem apresentar valor discrepantes comparativamente a outros parâmetros. Estes valores elevados podem causar impactes negativos na qualidade da saúde humana, reduzindo a esperança média de vida, e nos ecossistemas, com a perda da biodiversidade, principalmente em zonas protegidas [20].

As fontes de poluição atmosféricas que mais se destacam devido à sua elevada emissão de poluentes são: o tráfego rodoviário, com a emissão NO_x , CO , PM , C_6H_6 , COV ; e as indústrias, com a emissão de SO_2 , NO_x e PM [20].

De forma a prevenir ou controlar as emissões destes poluentes, foram criadas medidas no sentido de travar o seu aumento na atmosfera. Nomeadamente, através da adoção de políticas, programas, implementação de novos planos e normas, de forma a melhorar a qualidade do ar, tanto a nível europeu como a nível nacional [20].

O primeiro passo realizado no sentido de melhorar a qualidade do ar foi a publicação da Diretiva 96/62/CE de 27 de setembro. Esta teve como objetivo principal a uniformização das linhas de orientação da política de gestão e avaliação da qualidade do ar a nível europeu. Para além disso, também foi revista a legislação comunitária já existente e introduzidos novos poluentes. Em Portugal, esta diretiva foi transposta no Decreto – Lei nº276/1999, de 23 de julho e mais tarde no DL nº279/2007, de 6 de agosto, que visava evitar, prevenir ou limitar os efeitos nocivos dos poluentes sobre a saúde humana e ambiente [21].

Mais tarde e de forma a complementar a Diretiva – Quadro, foram publicadas as Diretivas – Filhas. Estas tiveram a função de estabelecer os valores limite para vários poluentes, tal como está representado no esquema da Figura 14. Nesse sentido, em Portugal também foram publicados alguns Decretos – Lei, ao abrigo destas diretivas-filhas: o DL nº111/2002, de 16 de abril, que visava estabelecer limites para os poluentes: Monóxido de carbono, Óxidos de azoto, Partículas em suspensão, Dióxido de enxofre, Benzeno e Chumbo; o DL nº302/2003, de 20 de dezembro, relativo ao

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

Ozono; e o DL nº351/2007, de 23 de outubro, relativo ao Arsénio, Cádmio, Mercúrio, Níquel e Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos [22].

Mais tarde, a Comissão Europeia, com o objetivo de melhorar a qualidade da saúde humana e a qualidade ambiental até 2020, publicou, em maio de 2008, a Diretiva 2008/50/CE, relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa. Com esta nova diretiva conseguiu-se agrupar num único ato legislativo, as disposições legais da Diretiva 96/62/CE, de 27 de setembro, e das três primeiras Diretivas – Filhas, tal como representado no esquema da Figura 14. Além disso, com esta nova diretiva, conseguiu-se estabelecer um intercâmbio de informação e dados provenientes das redes e estações individuais de medição de poluição atmosférica dos Estados Membros [20], [21].

A nível nacional, esta diretiva foi transposta para o DL n.º 102/2010, de 23 de setembro, que ainda agregou a quarta Diretiva – Filha, que diz respeito ao Ar, Cd, Hg, Ni e PAH. Desta forma, anulou os anteriores Decretos – Lei (DL n.º 276/99, de 23 de julho; DL n.º 111/2002, de 16 de abril; DL n.º 320/2003, de 20 de dezembro; DL n.º 279/2007, de 6 de agosto; DL n.º 351/2007, de 23 de outubro) [21].

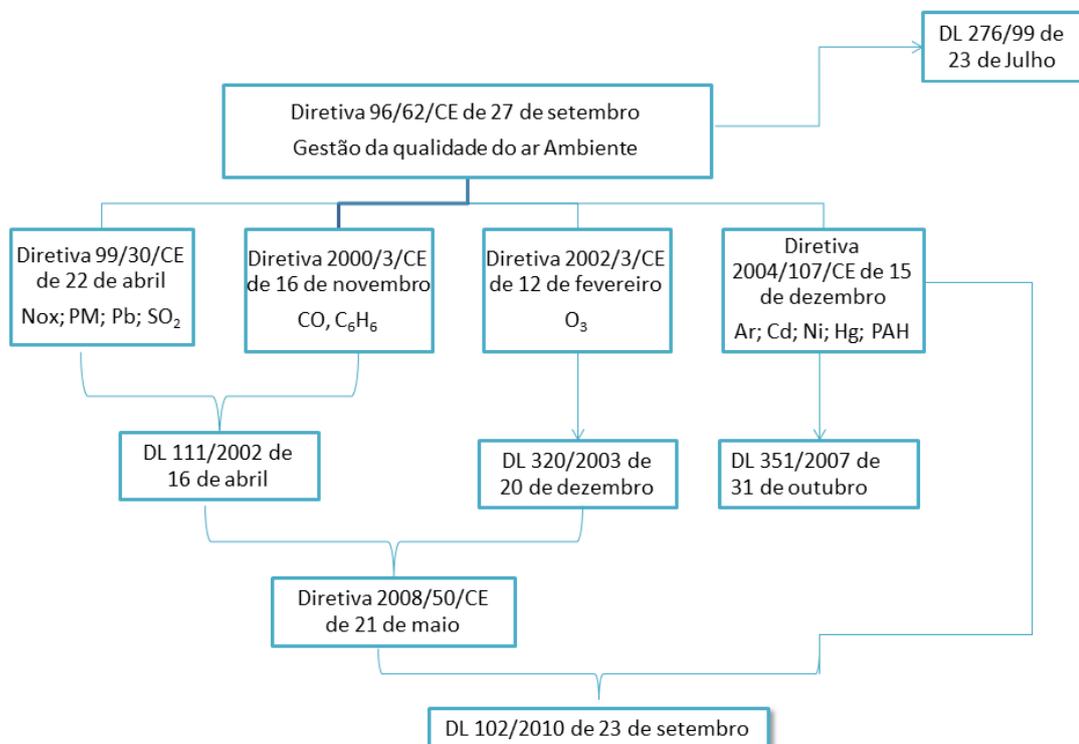


Figura 14: Esquema da legislação referente à avaliação e gestão da qualidade do ar. (Adaptado: [21])

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

Relativamente ao controlo das emissões de poluentes atmosféricos por fontes industriais, estas têm de estar de acordo com o Decreto – Lei nº 78/2004, de 3 de abril, que visa: *“prevenir e controlar as emissões de poluentes para a atmosfera, fixando os princípios, objetivos e instrumentos apropriados à garantia de proteção do recurso natural ar, bem como as medidas, procedimentos e obrigações dos operadores das instalações abrangidas, com vista a evitar ou reduzir a níveis aceitáveis a poluição atmosférica originada nessas mesmas instalações”* [23].

Significa então que as todas as instalações que possuem atividades onde exista a libertação de poluentes para a atmosfera, à exceção das instalações de combustão com uma potência térmica nominal igual ou inferior a 100 kWth, geradores de emergência, sistemas de ventilação e instalações ou parte delas utilizadas exclusivamente para Investigação e Desenvolvimento, terão de cumprir com requisitos exigidos por este Decreto – Lei [23].

6. Enquadramento legal: Água

Nestas últimas décadas, a União Europeia tem vindo a adotar novas políticas no sentido de melhorar e controlar a qualidade da água na Europa. Numa primeira fase, a sua principal preocupação era responder aos impactes negativos que a poluição da água pudesse causar na saúde humana. Mais à frente, já numa segunda fase, as medidas tomadas foram no sentido de diminuir o impacte negativo que os principais setores consumidores de água, a indústria, agricultura e o setor urbano, pudessem causar no ambiente [24].

Com vista a fazer face a estes problemas, a Comissão Europeia elaborou a Diretiva – Quadro da Água (Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2000), sendo o principal instrumento da política da União Europeia relativamente à água [25]. Posteriormente, esta Diretiva – Quadro foi transposta para a Lei nº 58/2005, de 29 de dezembro, sendo os seus principais objetivos [26]:

- A prevenção da degradação, com proteção e melhoramento do estado dos ecossistemas aquático, terrestres e zonas húmidas, diretamente dependentes dos ecossistemas aquáticos, no que diz respeito às suas necessidades em água;
- A promoção de uma utilização mais sustentável da água, tendo em conta a proteção a longo prazo dos recursos hídricos;
- Reforçar a proteção e melhoria do ambiente aquático, nomeadamente através de medidas para redução gradual e/ou eliminação de descargas, emissões e perdas de substâncias prioritárias;
- Assegurar a redução gradual da poluição das águas subterrâneas e evitar o agravamento da sua poluição;
- Mitigar os efeitos das inundações e das secas;
- Assegurar o fornecimento de água de boa qualidade, conforme o necessário e de forma sustentável, equilibrado e equitativa;
- Proteger as águas marinhas e territoriais;
- Assegurar o cumprimento dos acordos internacionais, incluindo os que se destinam à prevenção e eliminação da poluição no ambiente marinho.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

Em Portugal, atualmente, para além da Lei da Água em vigor, outros programas com o intuito de melhorar e controlar a qualidade e consumo da água foram implementados. Exemplo disso é o programa PNUEA, (Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água). Este programa teve início em 2000 e prolonga-se até aos dias de hoje, tendo passado por várias fases até chegar ao plano 2012 – 2020, atualmente em vigor. Este programa visa os três grandes setores consumidores de água (agricultura, indústria e setor urbano), tendo como objetivos principais [27]:

- Melhorar a eficiência de utilização da água em Portugal, sem colocar em causa as necessidades vitais da população e desenvolvimento socioeconómico do país;
- Minimizar os riscos de rotura, resultantes da carência de água durante os períodos de seca;
- Desenvolvimento de uma nova cultura de água em Portugal, que vise um desenvolvimento sustentável deste recurso natural.

Em relação ao setor industrial, mais concretamente, os objetivos estratégicos do PNUEA para este setor são: a otimização do uso da água na unidade industrial, sem nunca prejudicar a eficiência dos processos que necessitam deste recurso; e a limitação dos impactes no meio ambiente das descargas de águas residuais industriais [27].

Nesse sentido foram tomadas algumas medidas para reduzir os consumos de água neste setor, em duas situações distintas: em situação hídrica normal e em períodos de seca. As medidas gerais aprovadas estão descritas na Tabela 3.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

Tabela 3: Medidas gerais e respetiva descrição, em situação hídrica normal e situação em escassez hídrica, no setor industrial. (Adaptado:[27])

Sector Industrial	
Situação Hídrica Normal	
<u>Medida</u>	<u>Descrição da Medida</u>
Adequação de procedimentos de utilização de água na unidade industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Alterar hábitos humanos para a redução do consumo de água.
Otimização da utilização da água na unidade industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de equipamentos e dispositivos mais eficientes, optando pela recirculação e reutilização de água de menor qualidade.
Redução das perdas de água na unidade industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminação das perdas de água na rede de abastecimento à instalação.
Situação em Escassez Hídrica	
Adequação de procedimentos de utilização de água na unidade fabril	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração de hábitos humanos para a redução do consumo de água.
Adequação de procedimentos na gestão de resíduos	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão correta dos resíduos produzidos com a diminuição das lavagens efetuadas.
Utilização de equipamentos para limpeza a seco nas instalações	<ul style="list-style-type: none"> • Aspiração dos resíduos, para a diminuição das lavagens.
Adequação da utilização de água em casas de banho, balneários e cantinas	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração dos comportamentos humanos, para reduzir os consumos de água.
Adequação de procedimentos na lavagem de veículos	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração de hábitos, de forma a reduzir o consumo de água na lavagem de veículos
Adequação da gestão de rega em jardins e afins.	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração de comportamentos e alteração da intensidade da água nesses períodos.
Proibição de utilização de água da rede pública na lavagem de veículos e na rega de jardins e afins.	<ul style="list-style-type: none"> • Proibição da utilização de água potável ou limitação do seu uso.

Em relação às descargas das águas residuais provenientes das unidades industriais para o meio ambiente, estas tem de estar de acordo com o anexo XVIII do Decreto – Lei nº 236/98, de 1 de agosto, que visa proteger o meio aquático e melhorar

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

a qualidade das águas, sendo para isso necessário à aplicação de valores limites de emissão nas descargas dos efluentes [28].

Não sendo possível à empresa tratar a água residual, para que esta esteja de acordo com DL nº 236/98, de 1 de agosto, antes de ser descarregada, as águas residuais industriais terão ser enviadas para estações de tratamento, para que o seu tratamento se possa efetuar.

II. ESTÁGIO

7. Etapas do Desenvolvimento do Estágio

O estágio curricular desenvolvido na empresa Continental – ITA, está dividido em várias etapas.

Na primeira etapa deste estágio, estudou-se o funcionamento do equipamento de tratamento, tendo especial atenção, à forma como a água, tanto de abastecimento como a água residual, circulava no equipamento.

Depois de entender como funcionava o equipamento, passou-se para a segunda etapa. Nesta etapa, fez-se um levantamento dos consumos de água efetuados pelo equipamento, ao longo dos últimos dois anos. Para além disso, também se fez um levantamento, relativamente às horas em que a râmula esteve a produzir durante o mesmo período. Durante o levantamento da informação relativa ao consumo de água efetuado pelo equipamento, percebeu-se que também o volume de água residual enviado para o SIDVA estava a aumentar, como tal, estudou-se com mais pormenor esse problema.

A terceira etapa do desenvolvimento do estágio foi a aplicação da primeira otimização efetuada ao funcionamento do equipamento de tratamento de gases, nomeadamente a introdução de sensores. Nestas condições, conseguiu-se reduzir o consumo de água.

Na quarta etapa, analisou-se a qualidade da água que abastecia o equipamento de tratamento de gases e a água residual que era encaminhada para o SIDVA. As análises realizadas à água residual foram efetuadas na empresa, os parâmetros analisados estão descritos na Tabela 4, tal como os equipamentos utilizados para a sua determinação. As análises realizadas à água de abastecimento foram efetuadas por um laboratório acreditado.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases**Tabela 4:** Parâmetros e equipamentos utilizados para a sua determinação.

Parâmetro	Teste e Equipamento
Temperatura e pH	Microprocessador HI 8418
Sólidos totais	<i>Moisture Analyzer</i>
Ferro	<i>Iron Cell Test – Merck</i> <i>Photometer SQ 200- Merck</i>
CQO	<i>COD Cell Test – Merck</i> <i>Photometer SQ 200 – Merck</i> <i>Thermoreaktor TR 300 – Merck</i>

No decorrer do estudo às análises efetuadas à água residual que era encaminhada para o SIDVA, percebeu-se que outra otimização ao funcionamento do equipamento de tratamento de gases poderia ser feita. Como tal, a quinta etapa teve como objetivo reduzir o consumo de água e o volume de água residual que era encaminhado para o SIDVA, o máximo possível, tendo sempre em conta os valores exigidos pela entidade responsável pelo tratamento da água residual.

Na sexta, e última etapa deste estágio curricular, verificou-se se havia ou não acumulação de partículas no fundo do separador óleo/água. Para isso, determinou-se a concentração de ferro na água do separador, e posteriormente, recolheu-se e analisou-se as partículas encontradas.

8. Equipamento de Tratamento de Gases

Como anteriormente citado, na primeira etapa do desenvolvimento do estágio curricular, estudou-se o funcionamento do equipamento de tratamento de gases. O equipamento utilizado pela empresa, para o tratamento dos gases poluentes oriundos das estufas da râmula, é o *Air Cleaning*, da LUWA.

O *Air Cleaning* efetua o tratamento dos gases através da pulverização de água a alta pressão. Dessa forma, os poluentes, como óleos, parafinas e partículas, são absorvidos pela água injetada e posteriormente enviados, juntamente com a água, para um separador óleo/água.

Assim sendo, os gases formados, aquando da termofixação dos artigos na râmula, são retirados através de uma ventoinha de extração existente nas estufas e conduzidos para o lavador de gases.

Já no lavador, os gases são conduzidos até à zona de alta pressão, onde se efetua a lavagem dos gases, tal como representado no esquema da Figura 16. Essa lavagem é efetuada através da injeção de 4 m³/h de água, a uma pressão de 20 bar, a partir de uma bomba de alta pressão. A temperatura da água de pulverização é de aproximadamente 30 °C, a mesma temperatura a que se encontra a água no separador óleo/água. Os gases são arrefecidos e as gotículas de água absorvem os poluentes. Quando passam pelo coletor de gotas, as gotículas poluentes são captadas e encaminhadas para o separador óleo/água.

Concluído o tratamento, os gases purificados dirigem-se para a zona de baixa pressão. Nesta zona há novamente a injeção de água a uma pressão de aproximadamente 1 bar, à temperatura ambiente e com um caudal variável. Este local tem como principal função a compensação da água que está a ser evaporada durante todo o processo.

De seguida, os gases purificados seguem para a chaminé onde são libertados. Durante este trajeto, alguma água, que anteriormente foi evaporada, é condensada. Esta mudança de estado regista-se em dois locais do equipamento: na zona para o futuro ionizador (espaço concebido para que futuramente possa ser colocado um ionizador) e na zona da ventoinha de extração dos gases do *Air Cleaning* para o exterior.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

Em relação às partículas poluentes captadas aquando do tratamento dos gases, estas foram encaminhadas para o coletor de gases e enviadas para o separador óleo/água.

8.1. Separador óleo/água

O separador de óleo/água está dividido em várias zonas, tal como se verifica pelo esquema da Figura 15. Começando pelo depósito mais à direita, este serve para armazenar a água proveniente, principalmente, da zona de baixa pressão e da zona para o futuro ionizador. Logo depois, observa-se um outro depósito, que tem como principal função armazenar as partículas de maiores dimensões resultantes do tratamento dos gases, esta água juntamente com as partículas são proveniente do coletor de gotas.

Na maior zona do separador, que diz respeito à zona constituída por chapas de metal, é onde as substâncias oleosas se vão acumulando, para além disso estas chapas também servem como instrumento de filtração das partículas poluentes.

Depois de as substâncias oleosas se acumularem à superfície, estas são retiradas, de forma manual, por um colaborador. Esses óleos e gorduras são recolhidos para um reservatório que se encontra no separador e encaminhados logo de seguida para um recipiente que se encontra do lado de fora. Por fim, o separador óleo/água possui uma zona onde se dá a descarga da água residual para o sistema SIDVA, quando esta se encontra em excesso no separador.

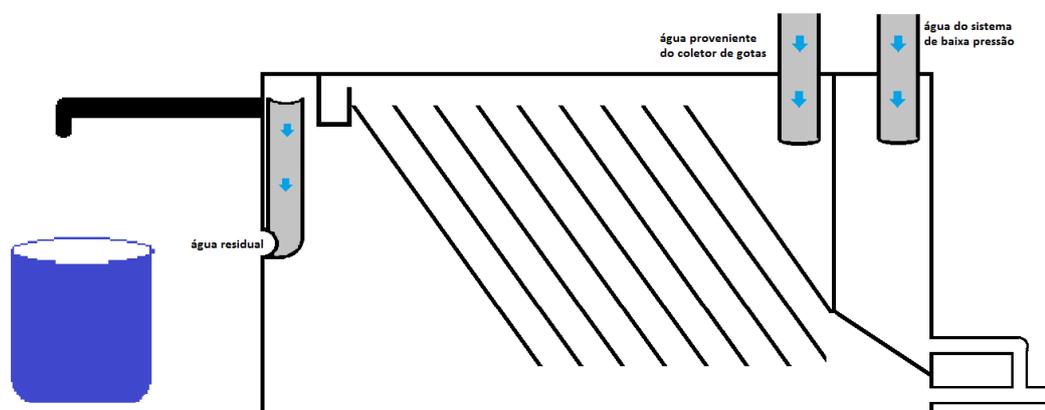


Figura 15: Tanque de separação óleo/água.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

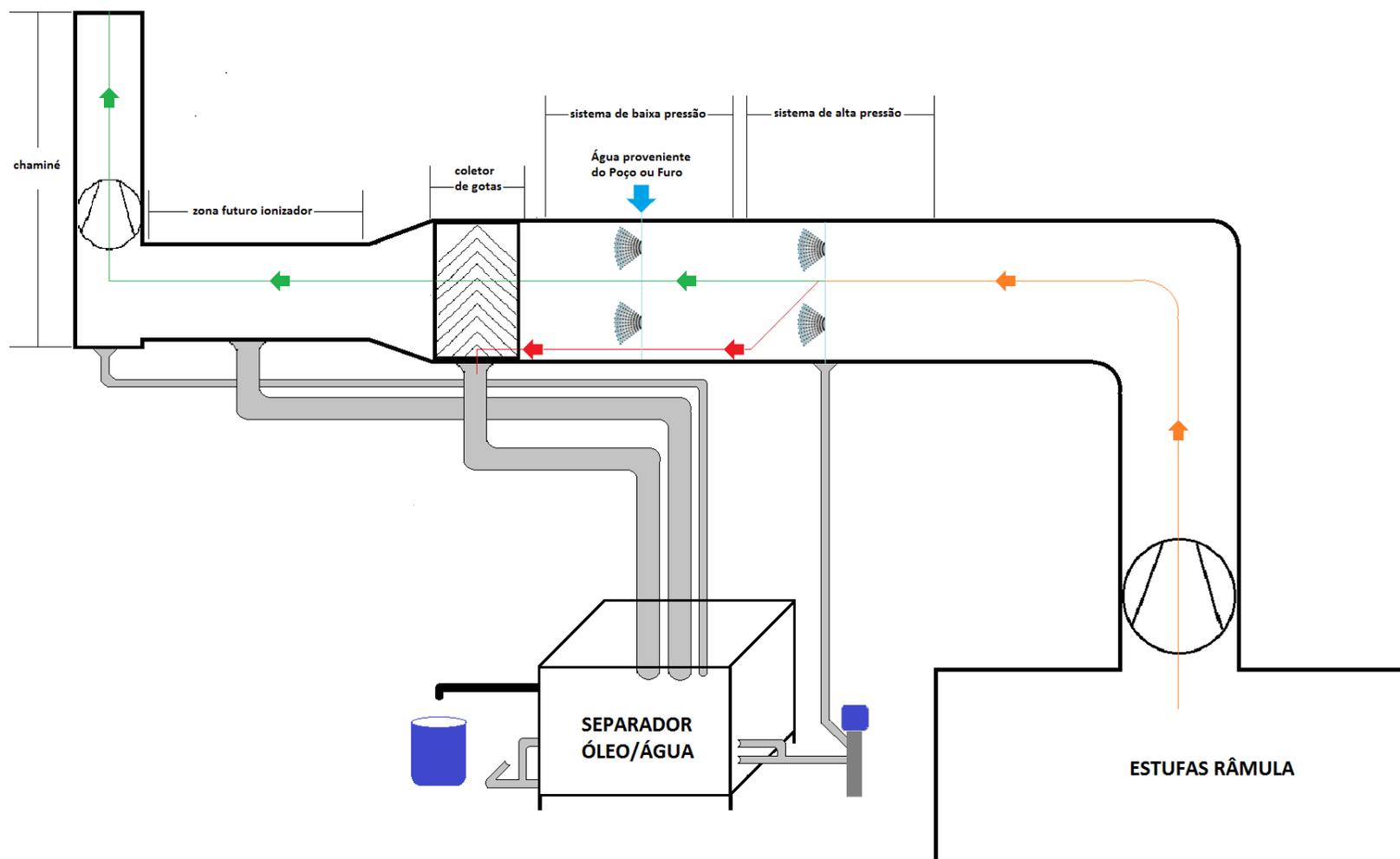


Figura 16: Esquema simplificado do equipamento de tratamento de gases LUWA.

8.2. Circulação da Água no Equipamento de Tratamento de Gases

A água consumida durante todo o processo de lavagem dos gases provém de dois locais diferentes: da zona de alta pressão e da zona de baixa pressão.

Na zona de alta pressão, a água que é injetada é uma água reutilizada proveniente do separador óleo/água.

No caso da zona de baixa pressão, a água pode ser proveniente de dois locais diferentes dependendo da época do ano. No Inverno, por norma, é utilizada a água do poço, que tem a qualidade necessária para ser utilizada na fábrica. Já na época de Verão é utilizada a água do furo. Com as altas temperaturas, a água do poço tende a ser escassa, e como tal, é necessário utilizar a água proveniente do furo, que quimicamente não se encontra nas melhores condições, pois apresenta altas concentrações de ferro.

Durante a lavagem dos gases, parte da água consumida é enviada para o separador óleo/água. A restante água ou é evaporada ou então enviada diretamente para a rede SIDVA, através de um depósito situado na parte exterior da chaminé, como mais à frente será explicado.

A água que chega ao separador óleo/água é proveniente de três locais distintos: do coletor de óleos, do espaço para o futuro ionizador e da zona da ventoinha de extração dos gases para a chaminé.

Dependendo do caudal que está a ser injetado na zona de baixa pressão, na maioria das vezes há excesso de água no separador. Como tal, essa água terá de ser enviada para a rede SIDVA.

Na zona da chaminé também existe desperdício de água, mas em quantidades residuais. Quando os gases provenientes do equipamento de tratamento de gases chegam à chaminé e ascendem para o exterior, parte do vapor de água, que vem juntamente com os gases purificados, é condensado. A água resultante desta condensação é encaminhada para um depósito situado naquele local, e posteriormente enviada diretamente para rede SIDVA. Não sendo por isso necessário passar pelo separador óleo/água como a restante água que circula no equipamento.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

Depois de estudado o funcionamento do equipamento de tratamento de gases, passou-se para a segunda etapa do estágio. Nesta etapa, fez-se um levantamento dos consumos de água, que eram efetuados pelo mesmo equipamento.

9. Consumos de água no Equipamento de Tratamento de Gases

O problema principal que se pretende resolver no decurso deste estágio curricular, prendia-se com o facto de o equipamento de tratamento de gases consumir elevadas quantidades de água. Como tal, a segunda etapa teve como foco principal o levantamento dos consumos de água referentes aos anos de 2014, 2015 e o primeiro trimestre de 2016.

Assim sendo, começou-se por analisar os consumos de água referentes aos anos de 2014 e 2015, descritos nos próximos gráficos.

Começando por analisar o gráfico da Figura 17, relativo ao consumo de água por hora efetuado pelo equipamento de tratamento de gases, consegue-se perceber que este, durante estes dois anos, consumia em média por hora de produção cerca de $1,28 \text{ m}^3$ de água.

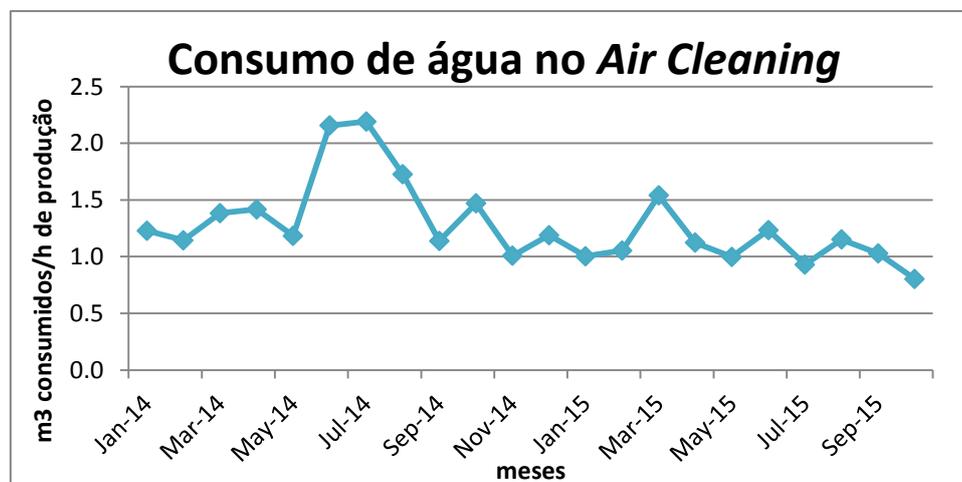


Figura 17: Gráfico referente aos consumos de água por hora nos anos de 2014 e 2015

Para além disso, observando o mesmo gráfico percebe-se que nos meses de junho e julho de 2014, ao contrário do que acontece nos restantes meses, há um aumento do consumo de água, para os $2,16 \text{ m}^3/\text{h}$ e $2,19 \text{ m}^3/\text{h}$ respetivamente. Mas como se percebe, pelo gráfico Figura 18, este aumento não é compatível com o aumento de produção.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

Como tal, este aumento no consumo de água por hora, deveu-se a uma desregulação na válvula que controla o caudal injetado no sistema de baixa pressão. Quando detetaram o problema, normalizaram novamente o caudal.

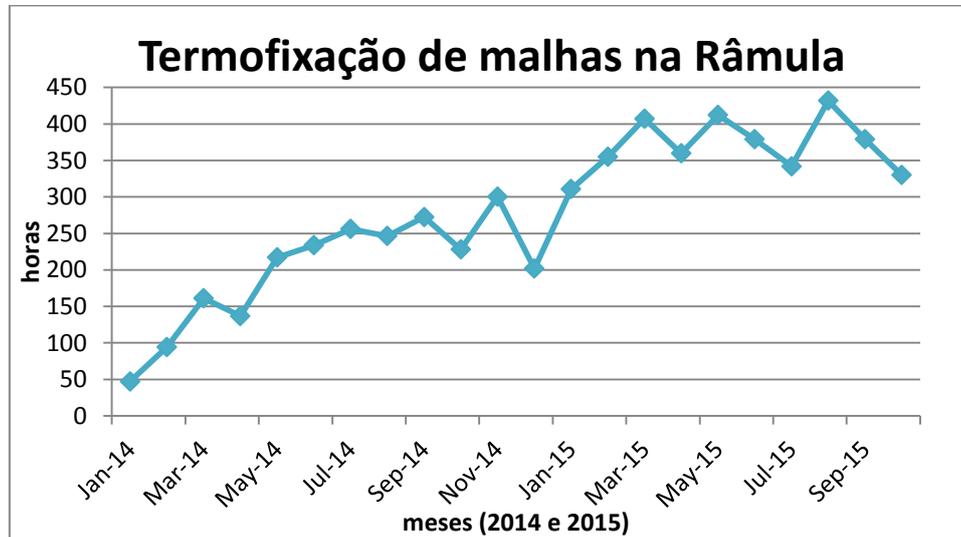


Figura 18: Gráfico relativo ao número de horas de funcionamento da râmula.

Tendo em conta as horas de funcionamento da râmula durante estes dois anos, representadas no gráfico da Figura 18, pois o seu funcionamento não é contínuo, verificou-se que a produção de malhas ao longo destes dois anos foi aumentando de forma gradual. Este aumento levou, como se verifica pelo gráfico da Figura 19, a um aumento do consumo de água no equipamento de tratamento dos gases.

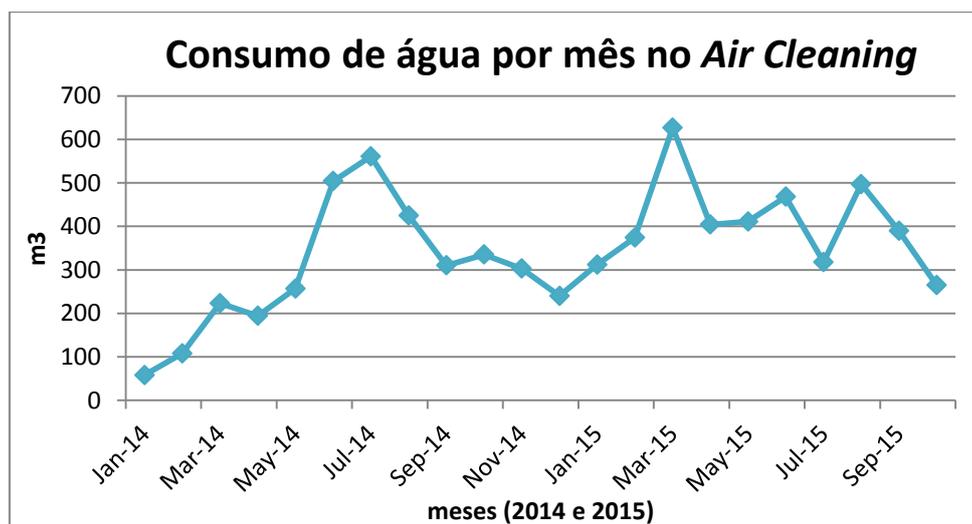


Figura 19: Gráfico referente aos consumos de água por mês nos anos de 2014 e 2015

Verifica-se então, que o consumo de água mensal está diretamente relacionado com o aumento das horas de funcionamento da râmula. Nos meses em que a râmula

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

mais trabalhou, nomeadamente nos meses de março, maio e agosto de 2015, verificou-se um maior consumo de água no *Air Cleaning*.

De um modo geral, foram consumidos em média por mês cerca de 344,7 m³ de água.

Com o aumento da produção de malhas na empresa, para além do alto consumo de água, outro problema surgiu. O volume de água residual, que era encaminhada para a rede SIDVA, aumentou ao longo dos meses, tal como se pode observar no gráfico da Figura 20.

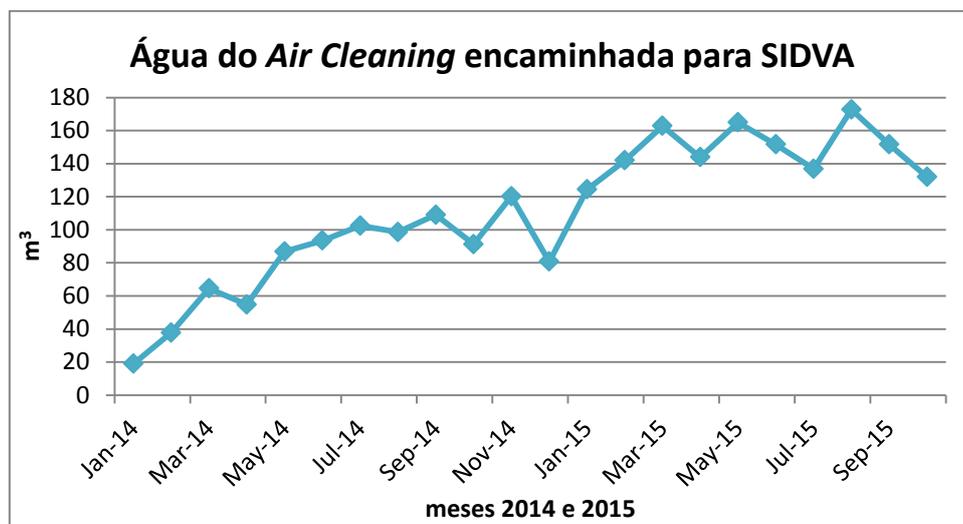


Figura 20: Gráfico relativo ao volume estimado de água residual encaminhado para o SIDVA durante os meses dos anos de 2014 e 2015.

Comparando os gráficos das Figuras 19 e 20, verifica-se que em alguns meses não há uma relação direta entre o volume de água fornecida e o volume estimado de água residual encaminhado para o SIDVA. Por exemplo, nos meses de junho e julho de 2014, o volume de água consumido foi de 504 e 561 m³, respetivamente. Este volume de água foi muito superior ao volume de água residual, que foi de 93 m³ e 102 m³, respetivamente.

Esta discrepância está relacionada com o facto de os valores expressos no gráfico da Figura 20 serem calculados tendo em conta as horas de funcionamento da râmula e um caudal de água residual estimado pela C-ITA e pela TRATAVE, empresa responsável pelo SIDVA (0,4 m³/h).

Assim sendo, os valores apresentados no gráfico da Figura 20 não tiveram em conta o problema da desregulação da válvula que controla o sistema de baixa pressão, já referido.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

Apesar das diferenças registadas, os meses em que mais água residual foi enviada para SIDVA foram os meses em que o equipamento mais água consumiu, nomeadamente nos meses de março, maio e junho de 2015.

De uma forma geral, o volume de água residual encaminhado para o SIDVA por mês, em média, foi de aproximadamente 111 m³.

Depois de analisada toda a informação relativamente ao consumo de água no equipamento e ao volume de água residual encaminhado para o SIDVA, nos anos de 2014 e 2015, passou-se para a terceira etapa do estágio. Nesta etapa, fez-se uma otimização das condições do funcionamento do *Air Cleaning*.

10. Introdução de Sensores no Equipamento de Tratamento de Gases

De forma a controlar o consumo de água e o volume de água residual que estava a ser efetuado até ao momento, introduziram-se, no separador água/óleo, mais propriamente na secção onde a água residual é enviada para o SIDVA, uns sensores de nível (Figura 21). Os sensores de nível, *Liquiphant FTL31*, detetavam a diferentes alturas o nível a que a água se encontrava nesta secção. Para além disso, estes estavam ligados a uma electroválvula que desligava o sistema de baixa pressão sempre que a água atingia o nível máximo determinado, ligando novamente, quando o nível da água no separador baixasse até ao nível mínimo admissível, isto é, nível de água que não interferisse no funcionamento do equipamento



Figura 21: Sensores *Liquiphant FTL31*

Com a introdução destes sensores, verificou-se que o volume de água encaminhado para a rede SIDVA diminuiu drasticamente, como se consegue observar no gráfico da Figura 22.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

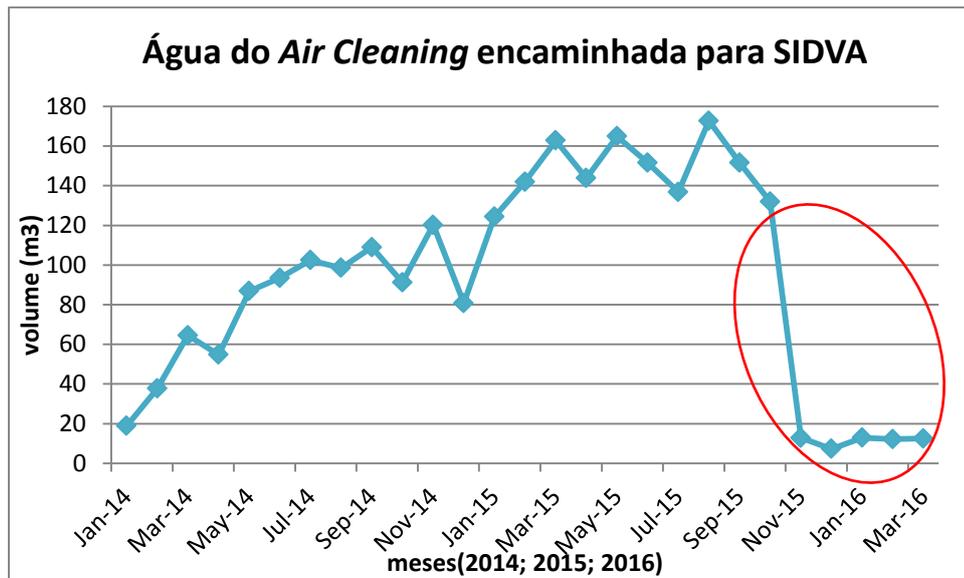


Figura 22: Gráfico relativo ao volume estimado de água residual, nos anos de 2014, 2015 e primeiro trimestre de 2016.

Assim sendo, o volume de água residual que era enviado para o SIDVA, passou dos anteriores $0,4 \text{ m}^3$ numa hora para os $0,035 \text{ m}^3$ numa hora, havendo uma redução na ordem dos 91% de volume de água enviada por hora. Tendo em conta o número de horas que a râmula trabalhou, nos meses de novembro e dezembro de 2015 e no primeiro trimestre de 2016, o volume de água por mês passou-se dos anteriores 111 m^3 para os 12 m^3 .

Em relação ao consumo de água o mesmo se sucedeu, mas não de uma forma tão significativa, tal como se pode verificar no gráfico da Figura 23. Esta diferença poderá estar relacionada com o facto de não existir um contador na zona onde a água residual vai para o SIDVA, e como tal, o volume de água residual, antes da colocação dos sensores, poderá estar inflacionado relativamente aos valores de consumo de água. Mesmo assim, o equipamento de tratamento de gases que anteriormente consumia por hora $1,28 \text{ m}^3$ de água passou a consumir $0,36 \text{ m}^3/\text{h}$, havendo uma redução de cerca de 72%.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

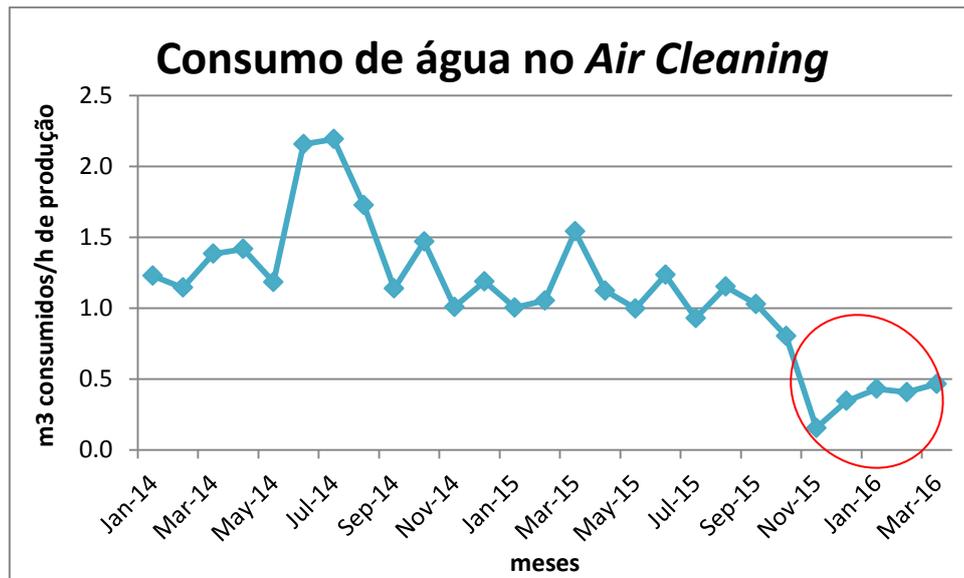


Figura 23: Gráfico referente aos consumos de água nos anos de 2014, 2015 e primeiro trimestre de 2016.

Efetuada esta primeira otimização ao funcionamento do *Air Cleaning*, passou-se para a quarta etapa do desenvolvimento do estágio. Nesta etapa, teve-se de avaliar se esta otimização poderia afetar a qualidade da água residual que era enviada para o SIDVA. Com a introdução dos sensores, a água residual permanecia mais tempo no equipamento de tratamento de gases.

11. Análise da Água

Com a introdução dos sensores no separador óleo/água, a água do tratamento dos gases permanecia mais tempo no separador óleo/água e a renovação da água era feita com menos regularidade.

Nesta quarta etapa do desenvolvimento do estágio, recolheram-se e analisaram-se algumas amostras de água residual que era encaminhada para o SIDVA. Para além disso, também se analisou a água que abastecia o equipamento de tratamento de gases.

11.1. Verificação da Qualidade da Água que Abastece o equipamento

Como já citado no subcapítulo referente à circulação de água no equipamento de tratamento de gases utilizado na empresa, a água que abastece o equipamento é proveniente de dois locais diferentes: do poço, na maior parte do ano; e do furo, durante períodos de seca.

Como tal, de forma a perceber, se a qualidade da água destes dois pontos era adequada para o funcionamento do equipamento, realizaram-se análises químicas num laboratório acreditado. Além disso, compararam-se as análises que já tinham sido efetuadas, em agosto de 2015, com as realizadas em março de 2016, no decorrer do estágio.

11.1.1. Resultados obtidos às análises efetuadas ao poço

Tendo em conta que a água mais utilizada pela empresa é a água proveniente do poço, começou-se então por analisar essa primeira fonte. Para isso, avaliaram-se vários parâmetros, tendo por base os que pudessem de alguma forma provocar danos nos equipamentos industriais. Como tal, foram avaliados os seguintes parâmetros: Cor, Turvação, pH, Condutividade, Sólidos dissolvidos totais, Alcalinidade, Dureza total, Oxidabilidade, Ferro, Manganês. Nas análises realizadas em março de 2016, também se incluiu os Sólidos Suspensos totais.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

Os resultados obtidos estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5: Resultados obtidos nas análises efetuadas ao poço em agosto de 2015 e março de 2016

Parâmetro	Resultados Agosto 2015	Resultados Março de 2016
Cor	<6 unidades Pt/Co	<6 unidades Pt/Co
Turvação	<1,0 NTU	<1,0 NTU
pH	6,4 (24°C)	6,6 (17°C)
Condutividade	333 µS/cm	263 µS/cm
Sólidos Dissolvidos Totais	206 mg/L	163 mg/L
Alcalinidade	28 mg/L CaCO ₃	36 mg/L CaCO ₃
Dureza total	49,8 mg/L CaCO ₃	57,8 mg/L CaCO ₃
Oxidabilidade	<2,0 mg/O ₂	<2,0 mg/O ₂
Ferro	<10 µg/L Fe	23 µg/L Fe
Manganês	<35 µg/L Mn	43 µg/L Mn
Sólidos Suspensos totais	-----	<10 mg/L

Analisando os resultados obtidos das análises efetuadas ao poço, em agosto de 2015 e em março de 2016, verifica-se que os valores obtidos não se alteraram muito de uma análise para a outra. Posto isto, pode-se afirmar que a água do poço possui a qualidade necessária para ser utilizada no equipamento de tratamento de gases, pois não apresenta nenhum parâmetro com concentrações elevadas. Para além disso, os resultados não têm grandes variações durante o ano.

De seguida, avaliou-se também os resultados obtidos para a água do furo nos dois períodos (agosto de 2015 e março de 2016).

11.1.2. Resultados obtidos às análises efetuadas à água do furo

Nas análises realizadas em agosto de 2015 à água do furo, foram retiradas duas amostras de água em dois pontos distintos. Uma amostra de água foi retirada antes de ser efetuado o tratamento à água e outra depois do tratamento. Como referido anteriormente, a água do furo apresenta níveis elevados de ferro, e como tal, a empresa efetua um tratamento, para que as concentrações de ferro sejam controladas e, desta forma, não danifiquem os equipamentos industriais.

O tratamento efetuado à água extraída do furo está descrito a seguir.

- **Tratamento efetuado à água do Furo**

Atualmente, quando a água é extraída do furo, é-lhe adicionado o hipoclorito de sódio, para oxidação dos metais dissolvidos, e o hidróxido de sódio, que tem como função aumentar o pH. Depois de adicionados à água, esta é armazenada num tanque de 70 m³.

Quando o furo alimenta a fábrica, a água que se encontrava em repouso no tanque de 70 m³ é enviada para um depósito de areias, onde é filtrada. Posteriormente, e através de uma bomba de trasfega, a água filtrada é enviada para outro tanque, neste caso, um tanque com capacidade de 12 m³. A partir daqui, a água é encaminhada através das bombas de alimentação da fábrica para um último depósito, o depósito de carvão ativado, onde é novamente filtrada. Concluído o tratamento, a água segue para a fábrica.

Apesar de atualmente o sistema de tratamento da água do furo estar a funcionar como descrito anteriormente, estão previstas algumas alterações no seu funcionamento.

Como tal, está previsto que a água quando extraída do furo, em vez de ser armazenada no tanque de 70 m³, como acontece hoje em dia, passa a ficar armazenada no tanque de 12 m³. Posteriormente, a água passará através de uma bomba de trasfega para um decantador, e depois depositada num depósito de acumulação intermédio. Logo depois, a água irá ser filtrada por dois filtros, um de areia e outro de carvão ativado, tal como já acontecia. Em seguida, para além do hidróxido de sódio e do hipoclorito de sódio, serão também adicionados à água um neutralizante, um coagulante e um floculante. Por fim a água volta novamente a ser armazenada, mas neste caso, no tanque de 70 m³, e só depois é enviada para a unidade fabril.

Os resultados obtidos aos dois pontos, denominados como: antes do tratamento e depois do tratamento, em agosto de 2015, estão expostos na Tabela 6.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

Tabela 6: Resultados obtidos nas análises efetuadas ao Furo, antes e depois do tratamento, em agosto de 2015.

Parâmetro	Resultados (antes do tratamento)	Resultados (depois do tratamento)
Cor	<6 unidades Pt/Co	<6 unidades Pt/Co
Turvação	227 NTU	9,0 NTU
pH	5,9 (24°C)	6,6 (24°C)
Condutividade	338 $\mu\text{S}/\text{cm}$	499 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Sólidos Dissolvidos Totais	210 mg/L	309 mg/L
Alcalinidade	<10 mg/L CaCO_3	9 g/L CaCO_3
Dureza total	112,4 mg/L CaCO_3	108,2 mg/L CaCO_3
Oxidabilidade	3,4 mg/ O_2	<2,0 mg/ O_2
Ferro	25 mg/L Fe	7,5 mg/L Fe
Manganês	0,6 mg/L Mn	1,1 mg/L Mn

Analisando os resultados, descritos na Tabela 6, que dizem respeito aos resultados obtidos em agosto de 2015, verifica-se que a água extraída diretamente do furo (água antes do tratamento) é extremamente turva (227 NTU) e apresenta elevadas concentrações ferro e manganês, 25 mg/L e 0,6 mg/L, respetivamente.

Depois de passar pelo tratamento, a água apresenta concentrações mais baixas de ferro, 7,5 mg/L e turvação, 9 NTU. Apesar disso, estes parâmetros ainda apresentam níveis bastante elevados comparativamente às concentrações de ferro e turvação obtidas na água do poço. De salientar, que a concentração de manganês mantém-se elevada (1,1 mg/L), mesmo depois de efetuado o tratamento.

Analisando agora as análises efetuadas em março de 2016, onde só foi analisada a água já previamente tratada, verifica-se pelos resultados obtidos, expostos na Tabela 7, que a concentração de ferro e a turvação, que anteriormente apresentavam valores elevados (comparou-se com os valores obtidos depois do tratamento), em março de 2016, já se encontravam com concentrações bem mais baixas, 0,047 mg/L e <1,0 NTU, respetivamente. Tal facto pode estar relacionado com o tempo chuvoso que se fez sentir no mês de março e nos meses anteriores.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

Tabela 7: Resultados obtidos nas análises efetuadas ao Furo, depois do filtro, em março de 2016.

Parâmetro	Resultados
Cor	<6 unidades Pt/Co
Turvação	<1,0 NTU
pH	6,8 (17°C)
Condutividade	614 μ S/cm
Sólidos Dissolvidos Totais	381 mg/L
Alcalinidade	2×10^2 mg/L CaCO ₃
Dureza total	103,2 mg/L CaCO ₃
Oxidabilidade	<2,0 mg/O ₂
Ferro	0,047 mg/L Fe
Manganês	0,16 mg/L Mn
Sólidos Suspensos Totais	<10 mg/L

Posto isto, concluiu-se que, apesar do tratamento efetuado à água proveniente do furo, esta tem de ser sempre vigiada. Como se consegue perceber pelas análises de 2015, na época de verão, mesmo com o tratamento, a concentração de ferro continua a ser elevada (7,5 mg/L), e como tal poderá interferir no funcionamento dos equipamentos industriais.

Em relação à investigação em curso, como o estágio decorreu, principalmente, na altura do inverno, e este foi muito chuvoso, à partida a água do furo não irá afetar o funcionamento equipamento. Para além disso, utilizou-se, até ao final do estágio, a água proveniente do poço, que como já supracitado, tem a qualidade necessária para a utilização que se pretende.

11.2. Análise à Água Residual enviada para o SIDVA

Depois de analisada a água que abastecia o *Air Cleaning*, prosseguiu-se para o próximo passo, que consistia na análise da água residual.

Durante a recolha das amostras de água residual para análise, verificou-se que o volume de água residual que era encaminhado para o SIDVA estava dependente do caudal que estava a ser injetado no sistema de baixa pressão. Como tal, percebeu-se que para um caudal de injeção no sistema de baixa pressão de 0,5 m³/h, o mínimo admissível, o volume de água residual variava entre os 3 e 4 litros por hora. Já em relação ao caudal de 1 m³/h, o máximo possível, o volume variava entre 28 e 35 l/h.

O passo seguinte foi perceber se esta variação do caudal de injeção alterava de forma significativa os parâmetros característicos da água residual que estava a ser enviada para o SIDVA. Como tal, recolheram-se amostras de água residual, nas duas situações descritas anteriormente (caudal de injeção de 0,5 m³/h e de 1m³/h).

Para analisar a água residual recolhida, estudaram-se os seguintes parâmetros: pH, temperatura, ferro e Carência Química de Oxigénio (CQO). Para além disso, também foi necessário saber quais as concentrações máximas permitidas pela entidade responsável pelo tratamento da água residual. Esses valores estão descritos na Tabela 8.

Tabela 8: Parâmetros e concentrações máximas admissíveis nas águas residuais que são enviadas para o SIDVA.

Parâmetros	Concentrações Máximo Admissível
CQO (mg/L O ₂)	2000
Ferro Total (mg/L)	2.5
Sólidos suspensos totais (mg/L)	1000

Os resultados obtidos às análises realizadas à água residual que era enviada para o SIDVA, com um caudal de injeção 0,5 m³/h e um caudal de 1 m³/h no sistema de baixa pressão, estão descritos na Tabela 9.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

Tabela 9: Valores das análises efetuadas à água que vai para o SIDVA, com um caudal de injeção de 0,5 m³/h e 1 m³/h.

Caudal de injeção	Amostras	pH	Temperatura (°C)	Ferro (mg/L)	CQO (mg/L)	Sólidos Totais (%)
0,5 m ³ /h	1	3,59	16,9	5,81	2118	0,29
	2	3,54	16,9	5,77	2126	0,31
1 m ³ /h	3	5,69	27,6	5,72	2174	0,22
	4	5,59	30,6	5,76	2152	0,32

Tendo em conta os resultados obtidos nas análises realizadas, com o caudal a 0,5 m³/h e a 1 m³/h, concluiu-se que estes são muito similares, tal como se pode observar pela tabela 9.

Avaliando os resultados do parâmetro de ferro, com um caudal de injeção de 0,5 m³/h e 1 m³/h, verifica-se que a sua concentração encontrava-se elevada em todas as amostras recolhidas, com concentrações que variavam entre os 5,72 e os 5,81 mg/L. Comparando estes níveis de ferro com o nível admissível pela empresa responsável pelo tratamento da água residual, que é 2,5 mg/L, concluiu-se que a concentração de ferro obtida nas análises realizadas é mais do dobro da permitida pela TRATAVE.

Em relação ao parâmetro CQO, a sua concentração, tanto nas análises realizadas com um caudal de injeção de 0,5 m³/h como de 1 m³/h, também se encontra elevada, variando entre 2118 e 2174 mg/L. Apesar de se encontrar acima do valor limite definido pela TRATAVE, 2000 mg/L, os valores obtidos são similares.

O valor de pH, medido nas amostras de água recolhidas com o caudal a 0,5 m³/h, variava entre os 3,52 e os 3,59. Nas amostras recolhidas com um caudal de 1 m³/h, o seu valor já estava compreendido entre os 5,59 e os 5,69. Como tal, pode-se afirmar que a água residual enviada para o SIDVA era ácida.

Em relação ao parâmetro Sólidos Totais, este não poderá ser comparado com o valor admissível pela TRATAVE. Como se pode verificar na Tabela 8, o valor admissível por esta empresa está expresso em mg/L, por outro lado, nas análises efetuadas na C-ITA, os resultados obtidos a partir do equipamento *Moisture Analyzer*, estão em percentagem.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

Apesar disso, é possível afirmar que os teores de Sólidos Totais na água residual que era enviada para o SIDVA, nas análises realizadas com o caudal a 0,5 m³/h e a 1 m³/h, variavam entre os 0.29% e os 0.32%.

Depois de avaliados os parâmetros, verificou-se que os valores de concentração de ferro eram os mais preocupantes, pois com um caudal de 0,5 m³/h e com um caudal de 1 m³/h, este parâmetro apresentava concentrações na ordem dos 5 mg/L.

Como tal, devido à elevada concentração de ferro na água residual em estudo, foi necessário juntar esta água residual, proveniente do equipamento de tratamento de gases, com as outras águas residuais, com concentrações ferro mais baixas, provenientes de outros equipamentos utilizados na empresa. Calculada a concentração de ferro total verificou-se que esta era de 2 mg/L.

Assim sendo, o caudal de injeção no sistema de baixa pressão poderá ser fixado nos 0.5 m³/h. Dessa forma o caudal enviado para o SIDVA, proveniente do equipamento de tratamento de gases, passará para os 0.004 m³/h.

12. Otimização Sugerida para a Redução da Água Residual enviada para o SIDVA

Para além da introdução dos sensores de nível no separador óleo/água, que fez com que o volume de água consumido e o volume de água residual enviado para o SIDVA diminuíssem significativamente, a otimização que se segue permitirá reduzir ainda mais o consumo de água e o volume de água residual encaminhado para o SIDVA.

Como tal, a otimização que poderá ser aplicada, consiste na colocação de uma válvula de cunha, imediatamente antes da electroválvula, que faz ligação com os sensores já introduzidos. Essa válvula estará lacrada, para que dessa forma, o caudal de água injetado no sistema de baixa pressão seja constante.

Atualmente, como se pode verificar pela Figura 24, a válvula assinalada é a única que regula o caudal que vai para o equipamento de tratamento de gases e outros locais daquela secção da fábrica. Como tal, o caudal que vai para o sistema de baixa pressão é bastante inconstante, apesar de existir a preocupação de manter a válvula sempre na mesma posição. Para além disso, colocar a válvula que aparece na figura sempre naquela posição é extremamente difícil, implicando a perda de bastante tempo até que um colaborador consiga colocar o caudal nos $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$.



Figura 24: Sistema de regulação do caudal atual.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

Para conseguir normalizar e fixar o caudal que vai para o equipamento, de forma mais eficiente, torna-se necessária a colocação da válvula de cunha como anteriormente citado.

Para além da normalização do caudal, outra vantagem é conseguida com a introdução desta válvula. A válvula de esfera, que, neste momento, regula todo este sistema, poderá ficar sempre aberta, tal como se verifica pela figura 25. Desta forma, não é necessário manipular essa válvula sempre que precisar de utilizar aquela fonte de água para outros fins, como por exemplo, a limpeza do separador óleo/água (sendo apenas necessário abrir uma outra válvula).



Figura 25: Válvula de cunha a ser aplicada, para a fixação do caudal da água injetada.

13. Verificação da acumulação de partículas no Separador óleo/água

Durante o decorrer do estágio, um outro problema surgiu. A bomba, que efetuava a recirculação da água para a absorção dos poluentes gasosos no equipamento de tratamento de gases, avariou.

De forma a verificar se a principal causa desta avaria era a acumulação de partículas no separador óleo/água, fizeram-se alguns testes. Para isso, o separador esteve sem ser limpo durante aproximadamente um mês. Durante esse mês, foram efetuadas algumas análises para se conseguir determinar os níveis de ferro. Para além disso, também foram medidos dos valores de pH e temperatura, não sendo possível determinar os valores do parâmetro sólidos totais, pois o equipamento, durante esse período de tempo, esteve avariado.

13.1. Locais de amostragem

Para a realização destas análises, definiram-se os locais de amostragem da água que seria analisada. Os pontos escolhidos para a recolha da água estão representados no esquema da Figura 26.

Os locais foram denominados como: Local a; Local b; Local c e durante esse mês, foram realizadas duas recolhas de água, nos três locais assinalados.

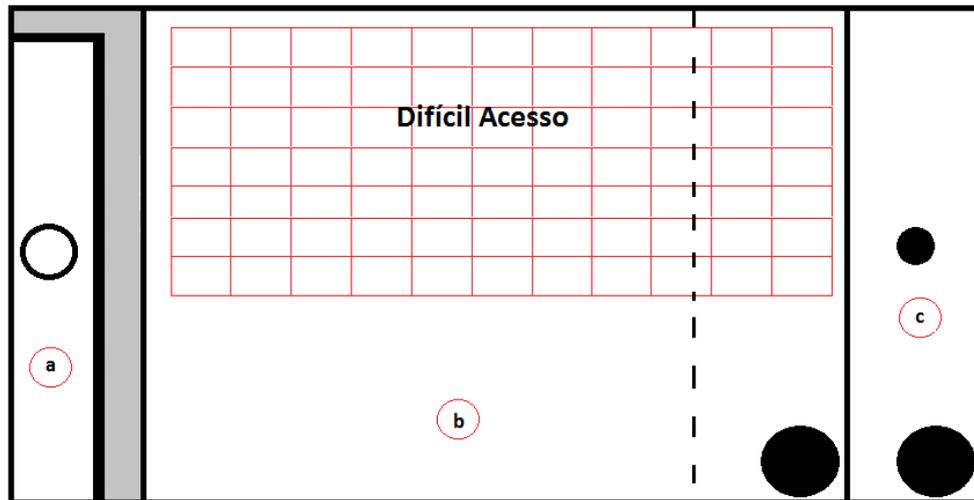


Figura 26: Esquema relativo aos locais de amostragem

13.2. Resultados dos parâmetros estudados

Os valores obtidos durante este período estão expressos na Tabela 10.

Tabela 10: Resultados obtidos nos ensaios efetuados ao separador óleo/água.

Amostra	Data	Local	pH	Temperatura (°C)	Fe (mg/l)
1	8 de março	a	5,11	34,5	5,01
2		b	5,29	32,8	4,27
3		c	5,30	34,7	4,16
4	22 de março	a	6,42	32,6	3,22
5		b	6,23	32,8	3,19
6		c	6,03	34,8	3,38

Tendo em conta os resultados das análises realizadas a 8 e 22 de março, verifica-se que a concentração de ferro nos vários ensaios realizados é elevada. Apesar disso, há uma diminuição da sua concentração, pois nas análises realizadas a 8 de março a sua concentração variava entre os 4,16 e os 5 mg/L. Já a 22 de março a sua concentração variava entre os 3,19 e os 3,38 mg/L. Para além disso, comparando estes níveis de ferro com a concentração de ferro na água proveniente do poço, que era a água que abastecia o equipamento de tratamento de gases aquando deste

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

estudo, 0,023 mg/L (Tabela 5), pode-se afirmar que os níveis de ferro obtidos nas análises realizadas a 8 e 22 de Março não tinham como fonte a água que abastecia este equipamento.

Já em relação ao valor de pH, medido nas amostras de água recolhidas, o contrário sucedeu-se. Nas análises de 8 de março, este variava entre os 5,11 e os 5,30, por outro lado, nas amostras recolhidas a 22 de março, o seu valor já estava compreendido entre os 6 e os 6,42.

Esta variação nos dois ensaios realizados poderá estar relacionada com a diluição da solução.

13.3. Recolha e Análise das partículas depositadas no separador

Para se efetuar a recolha e posterior análise das partículas, efetuou-se a limpeza do separador óleo/água. Primeiramente retirou-se da parte superior do separador os óleos e gorduras que lá se encontravam, tal como se verifica pela Figura 27.



Figura 27: Iniciação da limpeza efetuada ao separador óleo/água

Posteriormente esvaziou-se o separador óleo/água e recolheram-se as partículas que estavam em dois locais distintos. A esses locais, deram-se os nomes de local 1 e local 2 (Figura 28 e Figura 29, respetivamente).

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases



Figura 28: Local 1 e partículas recolhidas



Figura 29: Local 2 e partículas recolhidas.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

O local que se denominou como local 1, tal como se pode verificar pela Figura 28, é um depósito de pequenas dimensões, que tem como principal função armazenar as partículas de maior dimensão que resultaram da limpeza dos gases efetuada no sistema de alta pressão. Como tal, a maioria das partículas, que foram encontradas neste local, são partículas de óleos e gorduras condensadas. Mesmo assim, foi possível observar outras partículas de pequenas dimensões.

Em relação às partículas encontradas neste local, de uma forma geral, não existem razões de preocupação. Pois, como dito anteriormente, estas ficam depositadas neste local e só são retiradas quando se realiza a limpeza do separador, não tendo acesso à bomba. Mas, apesar disso, pode acontecer o caso de estas partículas serem arrastadas para fora deste depósito, aquando do processo de recolha das gorduras, como se pode observar na Figura 27. Basta para isso, estas partículas estarem ainda em suspensão, e nesse caso é necessário perceber se estas partículas podem ou não danificar a bomba.

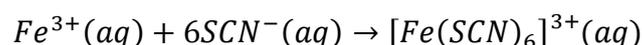
O segundo local (Figura 29) trata-se do fundo do separador óleo/água. A maior parte das partículas encontradas neste local eram de pequenas dimensões. Mesmo assim, também se encontraram partículas maiores, como se pode observar na mesma figura. Apesar disso, estas tinham dimensões mais reduzidas do que as encontradas no primeiro local. Neste caso, poder-se-á estar perante o caso explicado anteriormente, em que as partículas, ainda em suspensão, foram arrastadas para fora daquele primeiro depósito e depositaram-se no fundo do separador.

De forma a confirmar se estas partículas de pequena dimensão continham óxido de ferro, efetuou-se um teste para a identificação de Fe^{3+} , numa solução obtida por solubilização das partículas.

Assim, solubilizou-se uma pequena amostra destas partículas em ácido nítrico.



Posteriormente, adicionou-se um cristal de $NH_4 SCN$, à solução aquosa anterior.



Ao adicionar o $NH_4 SCN$, este reagiu com todo o Fe^{3+} presente na solução e originou um complexo de coloração avermelhada. Desta forma, é possível afirmar que as partículas de menor dimensão encontradas no fundo do separador continham óxido

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

de ferro. Como tal, pode-se concluir que há acumulação de partículas que contêm óxido de ferro no fundo separador óleo/água.

O passo que se seguiu foi perceber se o filtro que foi colocado numa altura posterior à avaria da bomba conseguia reter as partículas que continham óxido de ferro, óleos e gorduras condensados encontrados no fundo do separador.

Observando a Figura 30, em que se consegue visualizar o filtro que é utilizado pela empresa, e que se encontra imediatamente antes da bomba, concluiu-se que este consegue reter as partículas de maior dimensão que poderão vir juntamente com a água.

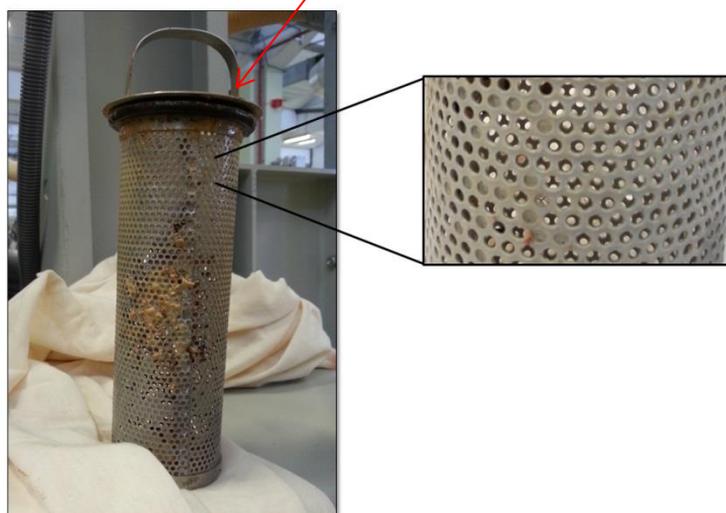


Figura 30: Filtro utilizado pela empresa para reter as partículas que se acumulam no fundo do separador óleo/água.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

Já em relação as partículas de menor dimensão, o filtro utilizado pela empresa não é eficiente. Como se pode perceber, este filtro possui poros de dimensão superior ao tamanho normal das partículas de óxido de ferro. Como tal, a probabilidade de a bomba voltar a avariar caso não seja colocado outro filtro é elevada.

O filtro, que deverá ser colocado, terá de possuir uma rede com poros de menor dimensão para que, desta forma, consiga reter as partículas de menor dimensão. Assim sendo, a possibilidade de ocorrência de uma nova avaria diminuí significativamente. Também é importante referir, que a limpeza desse filtro, caso seja colocado, terá de ser efetuada mais vezes, para que dessa forma, as partículas retidas não formem uma camada que posteriormente dificulte a passagem da água para o sistema de alta pressão.

14. Conclusão

No início do estágio curricular realizado na empresa Continental – ITA, o consumo de água do *Air Cleaning*, equipamento que realiza a limpeza dos gases provenientes da râmula, era consideravelmente elevado.

Para conseguir reduzir esse consumo de água, foi colocado no separador óleo/água uns sensores de níveis, que regulam a quantidade de água fornecida ao equipamento. Dessa forma, o consumo de água baixou dos anteriores 1,28 m³/h para os 0,36 m³/h e o caudal de água residual enviada para o SIDVA, passou dos anteriores 0,4 m³/h para um caudal de 0,035 m³/h.

Com o intuito de perceber se esta otimização respeitava o exigido pela entidade responsável pelo tratamento da água residual e, para além disso, não prejudicava o funcionamento do equipamento, efetuaram-se análises à água de abastecimento e à água residual que era enviada para o SIDVA.

Analisada a qualidade da água que abastecia o equipamento, nos dois locais estudados, concluiu-se que as duas fontes apresentavam, durante o decorrer do estágio, a qualidade necessária para a utilização que se pretendia.

Já em relação à água residual que era encaminhada para o SIDVA, conseguiu-se perceber que o volume que estava a ser enviado variava significativamente conforme o caudal que era injetado no sistema de baixa pressão, podendo variar entre os 4 e os 35 l/h. Analisados todos os parâmetros, verificou-se que o ferro era o parâmetro mais preocupante com concentrações na ordem dos 5 mg/L, valor acima do permitido pela TRATAVE. Como tal, juntou-se a água residual em estudo, proveniente do equipamento de tratamento de gases, com as outras águas residuais, com concentrações de ferro mais baixas, provenientes de outros equipamentos utilizados na empresa. Calculada a concentração de ferro total verificou-se que esta era de 2 mg/L.

Para normalizar e fixar o caudal que iria para o equipamento de tratamento de gases nos 0,5 m³/h, era necessário colocar uma válvula de cunha lacrada, para que dessa forma, o caudal de água residual reduzisse até aos 4 litros por hora.

Em relação ao segundo objetivo, que consistia na verificação de acumulação de partículas no fundo do separador óleo/água, concluiu-se que a maioria das partículas

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

encontradas continham óxido de ferro, para além disso, também se encontrou partículas de óleos e gorduras condensados.

Tendo em conta, que já tinha sido colocado um filtro imediatamente antes da bomba, para a retenção destas partículas, concluiu-se que este era eficaz para a retenção das partículas de maior dimensão. Por outro lado, este filtro deixava passar as partículas que possuíam menores dimensões. Assim sendo, é necessário a colocação de mais um filtro, mas como uma rede de poros mais pequena, de forma a reter, para além das partículas de óxido de ferro outras partículas de menor dimensão que possam vir juntamente com a água.

Em suma, é necessário, para além da colocação dos sensores, implementar a válvula de cunha para a normalização e fixação do caudal injetado no sistema de baixa pressão. Para além disso, é, também necessário, colocar um outro filtro com uma rede de poros de menor dimensão, para que dessa forma, as partículas de óxido de ferro e outras partículas de menor dimensão não alcancem a bomba. Desta forma, o do equipamento de tratamento de gases funcionará de um modo mais eficaz.

15. Bibliografia

- [1] Continental, “A review of more than 140 years of dynamic development.” [Online]. Available: http://www.continental-corporation.com/www/portal_com_en/themes/continental/history/. [Accessed: 23-Nov-2015].
- [2] Continental - Indústria Têxtil do Ave, “60 anos (1950-2010),” 2010.
- [3] J. Maia, “Otimização Energética do Sistema de Refrigeração da máquina de impregnar ZELL,” Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2014.
- [4] M. Araújo and E. M. Melo e Castro, *Manual de Engenharia Têxtil*, vol. 1. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1986.
- [5] J. B. C. Cardona, “Integração no Laboratório da Lameirinho e Controlo aos Tecidos Acabados,” Universidade do Minho, 2015.
- [6] P. D. Baykal, O. Babaarslan, and R. Erol, “Prediction of strength and elongation properties of cotton/polyester-blended OE rotor yarns,” *Fibres Text. East. Eur.*, vol. 14, no. 1, pp. 18–21, 2006.
- [7] Citeve, “Guia de boas práticas para a eficiência energética no Setor Têxtil e do Vestuário,” 2012.
- [8] A. P. de A. W. Catarino, “Dinâmica da Tricotagem: Estudo da Dinâmica da tensão de Entrada do fio e sua Aplicação em Controlo de Qualidade,” Universidade do Minho, 1998.
- [9] J. G. de Carvalho and J. S. de C. Campos, “ESTUDOS SOBRE TERMOFIXAÇÃO E PROPRIEDADES MECÂNICAS,” *VI Congr. Nac. Eng. Mecânica*, 2010.
- [10] J. B. Giordano, “Tratamento Térmico em Materias Têxteis Compostos de Poliéster,” *VI Conferência Brasileira sobre Temas de Tratamento Térmico*, pp. 324–332, 2012.
- [11] Comissão Europeia, “Integrated Pollution Prevention and Control (IPCC) Reference document on best available techniques for the textiles industry,” 2003.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

- [12] Comissão Europeia, “Integrated Pollution Prevention and Control (IPCC) Reference document on Best Available Techniques in Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in Chemical Sector,” no. February, 2003.
- [13] M. Ozawa, “Determinação Experimental da Resistividade Ôhmica de Cinzas Volantes para Projetos de Precipitadores Electrostáticos,” Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003.
- [14] P. S. Fernandes, “Gestão de fontes estacionárias de poluição atmosférica,” in *Emissões Atmosféricas*, 2003, pp. 181–286.
- [15] J. R. Machado and A. B. Archer, “A Resolução dos Problemas de Poluição Atmosférica Gerados pela Indústria Têxtil através de uma Nova Tecnologia: Precipitação Electrostática a Húmido (Condensing WESP TM),” pp. 1–6.
- [16] C. R. De Meira, “Desempenho de um precipitador eletrostático operando na remoção de nanopartículas de aerossóis,” Universidade Federal de São Carlos, 2009.
- [17] Erwin Schenk, J. Mieog, and D. Evers, “Fact sheets on air emission,” no. February. 2009.
- [18] Portal Laboratórios Virtuais de Processos Químicos, “Absorção: Fundamentos.” [Online]. Available: http://labvirtual.eq.uc.pt/siteJoomla/index.php?option=com_content&task=view&id=154&Itemid=311. [Accessed: 24-Jun-2016].
- [19] Dae Shin Demister, “Demister Operating Principles.” [Online]. Available: <http://www.dsdemister.com/eng/demister2.htm>. [Accessed: 27-Jun-2016].
- [20] APA, FCT/UNL, UA, “Estratégia Nacional para o ar 2020 - Relatório Síntese,” *Agência Portuguesa do Ambiente*, Amadora, 2015.
- [21] Direção Regional do Ambiente, “Relatório de Qualidade do ar dos Açores 2014,” 2015.
- [22] C. Figueiredo, “Relatório de Análise Estatística dos Dados de Qualidade do Ar, da Região Norte, em 2011,” *Comissão Coord. e Desenvolv. Reg. do Norte*, 2012.
- [23] Decreto – Lei nº 78/04 de 3 de abril, *Diário da República nº80/2008 - Série I - A*.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

Lisboa: Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, 2004.

- [24] Comissão Europeia, “Um ambiente saudável e sustentável para as futuras gerações,” 2013.
- [25] APA, “Directiva Quadro da Água.” [Online]. Available: <http://www.apambiente.pt/dqa/index.html>. [Accessed: 15-Apr-2016].
- [26] Lei nº 58/2005 de 29 de dezembro, *Diário da República - I Série - A*. Lisboa, 2005.
- [27] APA, “Programa nacional para o uso eficiente da água,” 2012.
- [28] Decreto – Lei nº 236/98 de 1 de agosto, *Diário da República - Série I - A*. Lisboa, 1998.

III. ANEXOS

16. Análise das Emissões Gasosas para a Atmosfera

Estas análises foram realizadas com o intuito de controlar e prevenir as emissões de gases poluentes que eram libertados pela chaminé da râmula.

De forma a verificar a qualidade desses gases realizaram-se quatro ensaios, que tiveram em conta fatores como: as matérias-primas que estavam a termofixar (100% PES ou PES/CO) e o funcionamento ou não do equipamento de tratamento de gases. Os parâmetros avaliados durante os ensaios realizados foram: as partículas suspensas, NO_x, SO₂, CO, COV, O₂, CO₂.

Os resultados obtidos nos quatro ensaios realizados à chaminé da râmula estão expostos na Tabela 11 e Tabela 12.

Tabela 11: Resultados obtidos, das análises efetuadas à chaminé da râmula, enquanto termofixava PES/CO.

<i>Air Cleaning em funcionamento</i>							
Parâmetros Estudados	Concentração (mg/Nm ³ .seco)		VLE	Caudal Mássico (kg/h)		Limiar mássico	
						Min.	Max.
CO ₂	-	-	-	85	±6	-	-
CO	24.0	±0.6	-	0.1	±0.009	5	100
NO _x	9.0	±0.4	500	0.054	±0.004	2	30
SO ₂	<15.0	-	500	<0.1	-	2	50
COV	6.6	±0.2	200	0.040	±0.003	2	30
PTS	106	±7	150	0.6	±0.1	0.5	5
<i>Air Cleaning parado</i>							
Parâmetros Estudados	Concentração (mg/Nm ³ .seco)		VLE	Caudal Mássico (kg/h)		Limiar mássico	
						Min.	Max.
CO ₂	-	-	-	66	±4	-	-
CO	32.4	±0.7	-	0.14	±0.01	5	100
NO _x	8.7	±0.4	500	0.036	±0.003	2	30

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

<i>Air Cleaning parado</i>							
Parâmetros Estudados	Concentração (mg/Nm ³ .seco)		VLE	Caudal Mássico (kg/h)		Limiar mássico	
						Min.	Max.
SO ₂	<15.2	-	500	<0.06	-	2	50
COV	9.6	±0.3	200	0.040	±0.003	2	30
PTS	46.5	±2.8	150	0.19	±0.02	0.5	5

Tabela 12: Resultados obtidos, das análises efetuadas à chmainé da râmula, enquanto termofixava 100% PES.

<i>Air Cleaning em funcionamento</i>							
Parâmetros Estudados	Concentração (mg/Nm ³ .seco)		VLE	Caudal Mássico (kg/h)		Limiar mássico	
						Min.	Max.
CO ₂	-	-	-	65	±4	-	-
CO	26.8	±0.6	-	0.15	±0.01	5	100
NO _x	4.7	±0.2	500	0.027	±0.002	2	30
SO ₂	<11.2	-	500	<0.1	-	2	50
COV	4.1	±0.1	200	0.023	±0.002	2	30
PTS	18.3	±1.1	150	0.10	±0.01	0.5	5

<i>Air Cleaning parado</i>							
Parâmetros Estudados	Concentração (mg/Nm ³ .seco)		VLE	Caudal Mássico (kg/h)		Limiar mássico	
						Min.	Max.
CO ₂	-	-	-	48	±3	-	-
CO	40.5	±0.9	-	0.14	±0.01	5	100
NO _x	4.0	±0.2	500	0.014	±0.001	2	30
SO ₂	<11.2	-	500	<0.04	-	2	50
COV	6.1	±0.2	200	0.022	±0.001	2	30
PTS	5.5	±0.4	150	0.019	±0.002	0.5	5

Tendo em conta que os resultados apresentados na Tabela 11 e na Tabela 12 são similares, a avaliação dos parâmetros estudados será feita em conjunto.

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

Assim sendo, concluiu-se que os valores de concentração dos parâmetros analisados, apresentados nas tabelas 11 e 12, com o equipamento de tratamento de gases em funcionamento, estão de acordo com os valores limites de emissão descritos na Portaria nº675/2009 de 23 de junho.

Além disso, analisando mais pormenorizadamente os parâmetros estudados, percebe-se claramente que, quando se está a termofixar o artigo PES/CO, há a libertação de uma maior concentração de poluentes do que quando se está a termofixar 100% PES, sendo que os parâmetros que mais se destacam são: as partículas suspensas, os COV e os NOx. Apesar disso, todos estes valores estão de acordo com o permitido por lei.

Esta maior emissão de poluentes pode ser justificada pelo facto dos fios de poliéster/algodão, matéria-prima constituinte do artigo PES/CO, apresentarem um maior teor de parafinas comparativamente aos fios 100% PES.

Analisando os resultados obtidos na altura em que o equipamento de tratamento de gases esteve parado, concluiu-se que estes também se encontram de acordo com os valores limites de emissão. Apesar disso, e analisando com maior pormenor, percebe-se claramente que existem parâmetros, nomeadamente os COV e CO, que aumentam relativamente aos valores apresentados na altura em que o equipamento estava em funcionamento. Já em relação aos restantes parâmetros, verifica-se que os poluentes NOx e SO₂ mantêm ou então aumentam ligeiramente as suas concentrações.

Por outro lado, se tiver em conta o parâmetro partículas suspensas, a sua concentração em vez de aumentar, como era suposto, diminuiu significativamente. Esta diminuição poderá estar relacionada com o facto de se ter desligado todo o equipamento de tratamento de gases, e não, como era suposto, apenas o sistema que injeta água para a lavagem dos gases.

Ao desligar todo o equipamento, a ventoinha de extração dos gases para o exterior deixou de funcionar, e desta maneira os gases juntamente com partículas permaneceram mais tempo nas condutas do equipamento. Desta forma as partículas suspensas depositaram-se no interior do equipamento e não foram expelidas para o exterior.

Como tal, apesar de apresentar uma menor concentração de partículas suspensas com o equipamento desligado, as partículas, ao não serem libertadas para a

Otimização do Consumo de Água num Equipamento de Tratamento de Gases

atmosfera e ao se depositarem no interior do *Air Cleaning*, tendem a provocar entupimentos e conseqüentemente avarias no mesmo.

Outra das conclusões que se pode tirar destas análises efetuadas à chaminé da râmula é que, em caso de avaria deste equipamento, a râmula poderá continuar a termofixar as malhas produzidas, e desta forma, não haverá uma quebra de produção. Caso estes valores de concentração estivessem acima do permitido por lei, numa situação de avaria, a produção desta secção da fábrica poderia estar comprometida.

Analisando agora os valores dos caudais mássicos de emissão, apresentados nas tabelas 11 e 12, concluiu-se que esses caudais, de todos os poluentes avaliados nestes ensaios, são inferiores aos respetivos limiares mássicos mínimos.

Tendo em conta os resultados obtidos e o exigido no Decreto – Lei 78/2004, de 23 de abril, concluiu-se que a monitorização da emissão destes poluentes pode ser efetuada de três em três anos, desde que a instalação e as condições de funcionamento se mantenham inalteradas.