

1 2



9 0

FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

RESTRUTURAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO TÉRMICO DELTA

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia
Mecânica na Especialidade de Produção e Projeto

Delta Thermal Treatment Process: Restructuring and Optimizing

Autor

Mariana Andrade Simões Almeida

Orientadores

Professor Doutor Amílcar Lopes Ramalho

Engenheiro Paulo Jorge de Oliveira Carvalho

Júri

Presidente **Professor Doutor José Domingos Moreira da Costa**
Professor Associado com Agregação da Universidade de
Coimbra

Orientador **Professor Doutor Amílcar Lopes Ramalho**
Professor Associado com Agregação da Universidade de
Coimbra

Vogais **Professor Doutor Cristóvão Silva**
Professor Associado com Agregação da Universidade de
Coimbra

SRAM. Sram Corporation

Coimbra, setembro, 2019

“The mark of higher education isn't the knowledge you accumulate in your head. It's the skills you gain about how to learn.”

Adam Gant, 2019

Agradecimentos

Ao longo da realização da presente dissertação contei com o apoio, direto ou indireto de múltiplas pessoas às quais não posso deixar de prestar o meu reconhecimento.

Ao meu Pai, que será eternamente a minha inspiração.

À minha mãe e ao meu irmão pelo incentivo e apoio durante todo este percurso.

Ao Engenheiro Cláudio Silva pela disponibilidade, transmissão de conhecimentos e orientação ao longo de todo o estágio e dissertação.

Ao Professor Doutor Amílcar Lopes Ramalho por todo o aconselhamento e orientação ao longo da dissertação.

Ao Engenheiro Paulo Carvalho pela disponibilidade demonstrada ao longo do trabalho.

Ao meu colega de estágio, João Gilberto, pela disponibilidade e paciência ao longo do estágio.

À SramPort e a todos os seus colaboradores que se cruzaram comigo ao longo do estágio, pela integração, interajuda e cooperação sempre que necessário.

Aos meus amigos, familiares e todos aqueles que me acompanharam ao longo desta jornada.

Ao João, por toda a paciência e carinho ao longo desta dissertação.

Resumo

O presente trabalho foi desenvolvido no decurso do estágio curricular realizado na empresa SRAMPORT, empresa que tem como principal atividade o fabrico de correntes de bicicleta.

Este estágio envolveu, numa primeira fase, a observação e análise do funcionamento dos vários processos que integram a zona do Tratamento Térmico Delta e, posteriormente, o estudo, proposta e projeto de soluções que visam melhorar as condições de trabalho e que, ao mesmo tempo, permitam ganhar sistematização no processo.

O Tratamento Térmico Delta tem como finalidade revestir alguns dos componentes da corrente com uma camada de carbonetos de cromo. Esta camada depositada, muito dura, aderente e compacta conferirá uma maior resistência ao desgaste dos componentes.

Após uma cuidada análise de vários métodos alternativos de limpeza das retortas, conclui-se que, entre os testados, o método mais eficaz para a sua limpeza seria com água. Ficou por testar uma solução das apresentadas, a limpeza com um escovilhão industrial que será testada à posterior, não sendo, assim, nesta fase, possível estimar qual a solução mais viável e mais económica.

Para o transporte das retortas, quando estas saem do forno, para a banca de arrefecimento, foi apresentada uma solução onde as retortas não têm de ser transportadas com auxílio da ponte rolante. Para tal desenhou-se uma nova banca de arrefecimento adaptada ao carro de transporte, eliminando uma tarefa e reduzindo o risco.

Foi proposta, e testada, uma técnica mais limpa, e precisa, para o teste de estanquicidade, aplicando um método de queda de pressão em substituição do método visual por imersão em tina de água.

A carga e a descarga passarão a ser independentes, tendo sido proposta a automatização da descarga e a realização destas duas tarefas em dois pontos diferentes.

Com base nas soluções propostas foi definido um novo fluxo de trabalho e um novo layout, dependente das soluções a implementar.

Palavras-chave: SRAMPORT, Tratamento Térmico Delta, Melhoria

Abstract

The current work was developed during the curricular internship at SRAMPORT. This company's main activity is the manufacture of bicycle chains.

The first stage of work was the observation and analysis of the system operation, including various processes that belong to Delta Thermal Treatment area. Later, the working group started the study, proposal and design of solutions that aim not only to achieve better working conditions, but also to gain robustness in the process and achieve greater confidence in the quality of the treated pieces.

The goal of Delta Heat Treatment is to coat some of the chain components with a chromium carbides layer. After being deposited, this very hard, adherent and compact layer will provide greater wear resistance to the components.

After carefully analyzing several alternative retort cleaning methods, it is concluded that among those tested, the most effective method would be with water. The cleaning using an industrial brush, one of those solutions previously presented, was not tested. Therefore, at this stage, it is not allowed to estimate which solution is the most viable, both logistically and economically.

For the transport of retorts, from kiln to the cooling stand, it was proposed a solution in which the use of an overhead crane is not required. In order to achieve that, a new cooling stand was drawn. This stand is more suitable to the transport car, as it eliminates one task and lowers down risks.

For the tightness testing, it was proposed a cleaner and more accurate technique, using the application of a pressure drop method in place of the visual method by soaking in a water tub.

In this method, the charge and discharge are now independent, by proposing the automation of the discharge and performing both at two different points.

According to the proposed solutions, a new workflow and a new layout were established, depending on the solution to implement.

Keywords SRAMPORT, Delta thermal treatment , Improvement

Índice

Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas	xi
Simbologia e Siglas	xiii
Simbologia.....	xiii
Siglas	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	3
2.1. Apresentação da empresa.....	3
2.1.1. SRAM.....	3
2.1.2. SRAMPORT.....	4
2.2. Produtos SRAMPORT.....	5
2.2.1. Correntes.....	6
2.3. Produtos do grupo SRAM.....	8
3. Análise do processo	11
3.1. Tratamento Térmico Delta.....	11
3.2. Partes constituintes do processo	12
3.2.1. Cimentos	14
3.3. O Processo atual.....	16
3.4. Taxa de Ocupação.....	18
3.5. Fatores de Risco.....	19
3.5.1. Fatores de Risco do Setor	20
3.6. Aspetos a melhorar no processo	22
4. Ideias.....	25
4.1. Método de estanquicidade.....	25
4.2. Método de limpeza das retortas	27
4.2.1. Limpeza com fragmentos sólidos	27
4.2.2. Limpeza com água.....	27
4.2.3. Limpeza por pancada automática e controlada.....	27
4.2.4. Limpeza com escovilhão	28
4.3. Descarga das retortas	29
4.3.1. Exaustão na zona de descarga	29
4.4. Transporte de retortas do forno para a banca de arrefecimento.....	29
4.5. Redefinição do Layout.....	30
4.5.1. Exaustão dos fornos.....	30
5. Análise / testes das PROPOSTAS DE MELHORIA.....	31
5.1. Método de estanquicidade.....	31
5.2. Método de limpeza das retortas	32
5.2.1. Limpeza com fragmentos sólidos	33
5.2.2. Limpeza com água.....	34

5.2.3.	Limpeza por pancada automática e controlada	38
5.2.4.	Limpeza com escovilhão	39
5.3.	Descarga das retortas	39
6.	Resultados	43
6.1.	Método de estanquicidade	43
6.1.1.	Processo de estanquicidade pelo método de queda de pressão	43
6.2.	Método de limpeza das retortas	45
6.2.1.	Limpeza com jatos de água	45
6.2.2.	Limpeza com escovilhão	46
6.3.	Descarga das retortas	47
6.4.	Transporte da retorta do forno para a banca de arrefecimento	47
6.5.	Redefinição do Layout.....	48
6.6.	Novas propostas de processo e respetivo layout	48
6.6.1.	Limpeza com jatos de água	48
6.6.2.	Limpeza com escovilhão	50
7.	Conclusões	55
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
	ANEXO A	61
	ANEXO B	63
	ANEXO C	65
	APÊNDICE A	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Marcas do grupo SRAM.	3
Figura 2 - Localizações da empresa e número de colaboradores que cada uma emprega.	4
Figura 3 - Sede SRAMPORT em Coimbra.	5
Figura 4 - Componentes de uma corrente.	7
Figura 5 – Exemplos de modelos de correntes.	7
Figura 6 - Corrente Eagle modelo XX1 AXS.	8
Figura 7 - Marcas do grupo SRAM.	9
Figura 8 - Layout atual da secção do TTD.	18
Figura 9 - Método de estanquicidade atual.	25
Figura 10 - Tampa desenvolvida para o teste de estanquicidade para vedar a garganta da retorta.	26
Figura 11 - Tampa de estanquicidade colocada na garganta da retorta.	26
Figura 12 - Desenho retorta.	28
Figura 13 - Metal duro introduzido dentro da retorta para testar a eficácia da sua limpeza.	33
Figura 14 - Fragmentos e lixo que saiu após o teste, retorta 163 e 167, respetivamente. ...	33
Figura 15 - Resíduos que saem após a limpeza com metal duro quando se bate com a marreta, retorta 163 e 167, respetivamente	34
Figura 16 - Nova banca de arrefecimento.	41
Figura 17 - Suporte para fazer a estanquicidade.	44
Figura 18 - Proposta novo layout.	48
Figura 19 - Novo layout para a limpeza feita com água.	49
Figura 20 - Novo layout para a limpeza feita com o escovilhão.	51

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Taxa de ocupação (máquinas e operador) ano 2018.	19
Tabela 2 - Tabela resumo dos testes de estanquicidade.	32
Tabela 3 - Tabela resumo dos testes de limpeza com fragmentos sólidos.	34
Tabela 4 - Tabela resumo dos testes de limpeza com jatos de água à pressão.	35
Tabela 5 - Custos por quilograma dos constituintes do cimento.	37
Tabela 6 - Preço por carga para cada tipo de cimento.	37
Tabela 7 - Gasto por ano para a produção dos eixos 702, 705 e 708 atualmente e futuramente.	38

SIMBOLOGIA E SIGLAS

Simbologia

$L_{ex,8h}$ - Exposição pessoal diária ao ruído

T_e - É a duração diária da exposição pessoal de um trabalhador ao ruído durante o trabalho;

T_0 - É a duração de referência de oito horas (28 800 segundos);

L_{Aeq,T_e} - Nível sonoro equivalente

L_{eq} - Ruído equivalente médio

Siglas

TTD – Tratamento Térmico Delta.

MO – Modo operatório.

NOK – Não ok.

1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação de Mestrado de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Coimbra teve como base o trabalho efetuado durante um estágio na empresa SramPort que se dedica à produção e montagem de alguns componentes de bicicletas.

A bicicleta que surge pela primeira vez em meados do século XV, atravessou um longo processo de alterações no seu design, mas também na escolha de materiais a utilizar face ao desenvolvimento científico e tecnológico. Atualmente, milhões de pessoas possuem bicicletas com diferentes propósitos, sejam estes lazer, competição ou como meio de transporte, o qual, surge progressivamente com mais impacto no novo paradigma da mobilidade nas grandes cidades.

Algumas empresas desenvolveram e introduziram no mercado a bicicleta elétrica que, continuamente, atinge maior número de vendas. Este novo conceito apresenta-se como uma alternativa à utilização de motociclos, com a imagem de “green vehicle” (Sutton, 2016) na medida em que é uma solução mais económica para o cliente (médio prazo) e sobretudo mais sustentável.

O crescimento que se verifica não só na utilização de bicicletas elétricas, mas também em bicicletas de desporto, obriga a que diferentes empresas presentes nesta área de mercado estejam em constante evolução, com intuito final de satisfazer as necessidades do cliente. Por um lado, a elevada procura nos diferentes segmentos permite às empresas desenvolver melhores equipamentos com introdução de novos materiais e conceitos. Por outro lado, também exige maior rigor nos vários processos de produção para a obtenção de um produto final com maior qualidade acompanhado de um processo mais sustentável para a empresa e o ambiente.

Embora seja notório o desenvolvimento de novas técnicas e materiais em vários componentes das bicicletas, o modelo de transmissão por corrente continua permanece na grande maioria das soluções oferecidas pelo mercado.

No contexto empresarial a competitividade está presente no dia-a-dia de qualquer empresa inserida na indústria. A constante necessidade de melhoria, e a procura de uma resposta eficaz às necessidades é uma tarefa contínua nas empresas que operam em setores muito competitivos. A qualidade das decisões tomadas e a rapidez das respostas às necessidades é também um ponto fulcral. A busca da otimização de todas as etapas inerentes à produção de cada componente está associada será determinante para a excelência de um produto, e é abrangente desde os processos destinados à concepção, bem como com a qualidade que lhes é conferida durante a produção e montagem.

O grupo SRAM pressa a qualidade de trabalho dos seus colaboradores e para tal pretende fornecer aos colaboradores as melhores condições para estes laborarem.

O presente estágio esteve focado na melhoria de condições de trabalho e processos na secção de Tratamento Térmico Delta, ou seja, na otimização do processo.

A dissertação está dividida por capítulos. O segundo capítulo engloba uma breve apresentação do grupo SRAM e dos produtos produzidos por este. No terceiro capítulo é feita uma análise do atual processo bem como a dos fatores de risco associados ao mesmo. No quarto capítulo são propostas ideias de melhoria para atuar nas diferentes tarefas que englobam o processo de Tratamento Térmico Delta, seguidas, no capítulo cinco, de uma análise baseada em testes a cada uma delas. No capítulo 6 são apresentados os resultados com base nos testes efetuados para cada ideia e, em consequência, são ainda avançadas novas propostas de melhoria de processo.

2. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

2.1. Apresentação da empresa

2.1.1. SRAM

A empresa foi fundada em 1987 em Chicago, nos Estados Unidos, por três amigos. SRAM é um acrónimo formado pelas letras dos três amigos fundadores: Scott, Ray e Sam.

Quando foi fundada empregava apenas seis colaboradores num pequeno armazém.

A SRAM tem vindo a adquirir várias marcas que a constituem e contribuem para o seu crescimento e a sua consolidação no mercado. Neste momento possui seis marcas e dois projetos de carácter social e humanitário.

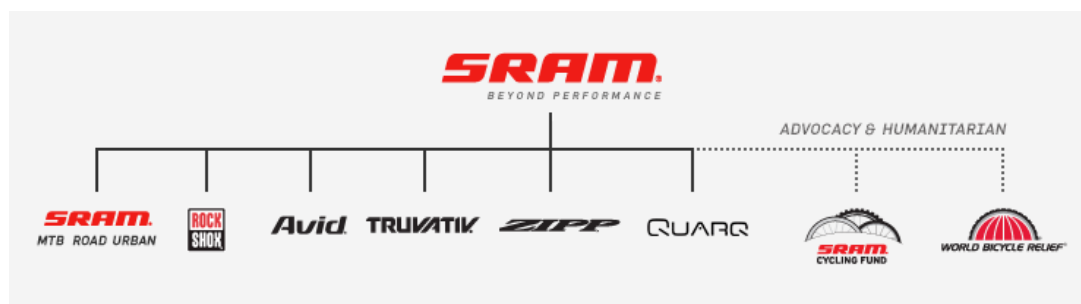


Figura 1 - Marcas do grupo SRAM.

Cada uma destas marcas, Figura 1, adquiridas pela SRAM, cujo nome se manteve, é especializada na conceção e produção de determinados componentes de bicicleta. A SRAM encontra-se expandida por todo o mundo, emprega mais de 3250 colaboradores, em nove países com dezoito fábricas e escritórios. Atualmente é considerada o segundo maior fabricante mundial de componentes de bicicleta. Na Figura 2, é possível observar

todas as localizações da empresa bem como o número de colaboradores que cada uma emprega.



Figura 2 - Localizações da empresa e número de colaboradores que cada uma emprega.

2.1.2. SRAMPORT

A SRAMPORT foi adquirida em 1997 pelo grupo SRAM e, atualmente, é a única unidade fabril do grupo na Europa. A empresa sediada em Portugal tem como atividade principal o desenvolvimento e a produção de correntes de bicicleta, dedicando-se também à montagem de rodas e cubos.



Figura 3 - Sede SRAMPORT em Coimbra.

A empresa, fundada em 1968, anteriormente tinha o nome de Transmeca, Transmissões mecânicas, Lda.

Inicialmente o capital da empresa pertencia ao grupo Peugeot e ao empresário Armando Simões cada uma das partes com 50% do seu capital. Posteriormente, em 1980, o grupo Peugeot tomou posse da totalidade da empresa ficando com os 100% do seu capital.

Em 1987 foi comprada pelo grupo Fichtel & Sachs (Mannesmann). Após uma década a Transmeca foi adquirida pelo grupo americano SRAM, sendo que a sua designação social foi alterada para SRAMPORT apenas em 2008.

Nesta fase ocorreu uma reestruturação na empresa apostando somente na fabricação de componentes para a indústria de duas rodas, terminando a produção de correntes de automóvel.

A SRAMPORT é certificada pela APCER, quer a nível do sistema de gestão ambiental (ISO 14001) quer a nível do sistema de gestão de qualidade (ISO 9001), e tem vindo a crescer de forma sustentável e competitiva diversificando os seus produtos e mercados. Este crescimento visa o desenvolvimento e a produção de produtos de excelência e com superação das expectativas do cliente.

2.2. Produtos SRAMPORT

Atualmente, a SRAMPORT é responsável por fabricar todas as correntes do grupo SRAM.

A SRAMPORT fabrica correntes para diferentes usos e diferentes exigências dos utilizadores. Assim, a SRAM oferece uma vasta gama destas para transmissões desde 1 a 12 velocidades, para estrada, BTT e outras plataformas. Fornece correntes de diferentes gamas, com diferentes especificações e acabamentos de forma a ir ao encontro das exigências de utilização e gostos dos clientes. Desta forma, a SRAMPORT desenvolve e produz correntes com uma ou mais características diferentes entre si, por exemplo: revestimento, espessura, peso, materiais e propriedades mecânicas, podendo estas características ser obtidas por diferentes sequências de operações de acordo com o pretendido.

2.2.1. Correntes

As correntes de transmissão mecânica são a base de um tipo de transmissão usado para transferência de energia mecânica e movimento entre dois ou mais elementos de uma máquina.

As correntes utilizadas em bicicletas são as correntes de rolos, tal como as produzidas na SRAMPORT. Nas bicicletas a corrente tem como função a transmissão do esforço físico do ciclista através de uma pedaleira para uma cremalheira fixa na roda traseira. Correntes deste tipo são, também, frequentemente utilizadas em máquinas e equipamentos industriais sendo responsáveis pela transmissão de potência, possuindo um rendimento elevado na ordem dos 98% em condições normais de trabalho.

Apesar do abrangente leque de gamas e variantes, já antes mencionado, as correntes produzidas na SRAM são constituídas pelos mesmos componentes básicos: eixos (3), rolos (2), placas exteriores (1), placas interiores (4), estes diferentes componentes são apresentados na Figura 4, onde são identificados pelos respetivos números.

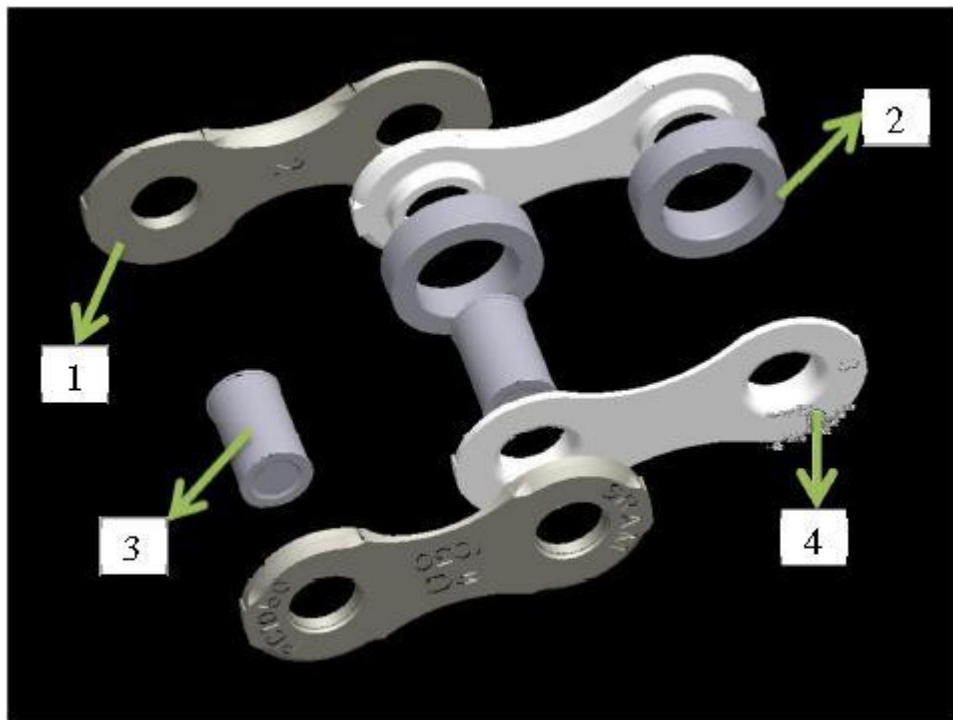


Figura 4 - Componentes de uma corrente.

Na Figura 5 são apresentados alguns exemplos de modelos que existem de diferentes gamas e velocidades.



Figura 5 – Exemplos de modelos de correntes.

Recentemente, foi lançado um novo conjunto de transmissão da gama Eagle para BTT, são os modelos “X01 AXS” e “XX1 AXS”, representados na Figura 6.

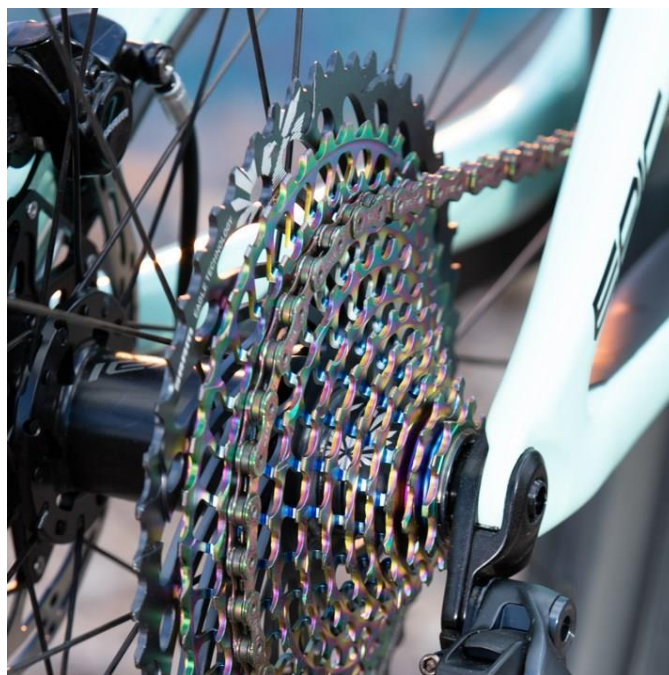


Figura 6 - Corrente Eagle modelo XX1 AXS.

2.3. Produtos do grupo SRAM

O grupo SRAM é responsável pela produção de sensivelmente todos os componentes de uma bicicleta à exceção do quadro e do selim. Cada marca do grupo está destinada à fabricação de determinados componentes, na Figura 7 são apresentadas as distintas marcas com os respetivos produtos que as caracterizam.























Product	Sample products	Brand
Shifters		
Derailleurs		
Brakes		
Cassettes		
Chains		
Cranksets		
Suspension		
Bars & Seatposts		
Guides & Pedals		
Wheelsets		
Power Measure		

Figura 7 - Marcas do grupo SRAM.

A SRAM é a marca mãe do grupo e responsável por desenvolver a maioria dos componentes, em especial todos os componentes de transmissão, mas também desenvolve travões, cassetes, rodas de BTT, entre outros. A AVID é responsável por desenvolver travões, de disco e de aro. A TRUVATIV é a marca responsável pelo mercado relacionado com o BTT, produz pedaleiras, guiadores, avanços, entre outros. A ROCKSHOX produz suspensões, amortecedores e espigões de selim telescópicos. A ZIPP fabrica grande parte dos componentes de bicicleta da plataforma de estrada, sendo os de maior destaque as rodas produzidas em carbono, que as torna mais leves. Finalmente, a QUARQ é mais direcionada a ciclistas de competição, produz vários produtos sendo um deles (powermeters) desenvolvido para medir a potência das pedaladas do ciclista, sendo montado em pedaleiras específicas.

3. ANÁLISE DO PROCESSO

A análise do processo, bem como o levantamento dos procedimentos existentes, constitui uma parte de extrema importância para o mesmo. Só após uma boa percepção do processo é que se podem estudar possíveis pontos de melhoria. Neste capítulo insere-se toda essa análise: a descrição do processo em estudo e a sua importância no processo produtivo, os aspetos considerados negativos e que podem ser melhorados bem como uma análise de riscos associados ao processo.

3.1. Tratamento Térmico Delta

O tratamento termoquímico delta (TTD) é aplicado maioritariamente a eixos, mas também a alguns rolos e placas. Os componentes a tratar são introduzidos dentro da “retorta” juntamente com uma determinada quantidade definida nos modos operatórios de Crómio, Alumina e Cloreto de Amónio. À mistura destes 3 compostos dá-se o nome de cimento. A “retorta” depois de carregada, com os componentes e o cimento, é fechada com o respetivo bujão e vai ao forno durante o tempo de processo definido.

Enquanto as peças estão no forno ocorrem diversas reações químicas, que levam à difusão do crómio, ligação ao carbono existente no aço e deposição da camada de crómio duro na superfície das peças de aço. A Alumina e o Cloreto de Amónio atuam como catalisadores, ou seja: vão ajudar os iões de crómio a difundirem-se na superfície das peças e a ligarem-se ao carbono existente junto à superfície do aço, levando à formação de carbonetos de crómio. (Figueira & Amora, 1997)

A ocorrência destas reações faz com que à superfície das peças tratadas se forme uma camada resistente, compacta e aderente, rica em crómio, com uma espessura compreendida entre 3 e 15 μm , dependendo do tipo e da especificação do componente. Caso a espessura da camada seja inferior ou superior à especificação para a peça, estas são consideradas não conformes. (Gomes & Ferreira, 1992)

Este tratamento tem como objetivo tornar as peças bastante resistentes ao desgaste por intermédio da criação de uma camada resistente, dura, compacta e aderente.

Inicialmente era apenas aplicado a eixos, mas atualmente, como já referido, também é utilizado para rolos e placas interiores montados em correntes topo de gama. Ainda assim, é maioritariamente aplicado a eixos e à grande generalidade destes, uma vez que, devido à sua função na corrente, estes têm que aguentar um esforço considerável na ligação móvel entre os vários elos. Com a camada de carbonetos de crómio depositada pelo tratamento delta os eixos estão melhor preparados para as solicitações a que estão sujeitos e, por consequência, sofrem menos desgaste levando a um aumento significativo da longevidade da corrente. (Gomes & Ferreira, 1992)

Este tratamento não é aplicado a todos os componentes pois é um tratamento térmico dispendioso aumentando o valor do produto. O efeito da aplicação da camada delta em diferentes componentes não conduz ao mesmo aumento da longevidade da corrente, sendo os eixos o componente onde o efeito da aplicação conduz a um aumento maior.

Outro fator que pesa na decisão da aplicação deste tratamento aos componentes da corrente é o nível de utilização e o tipo de solicitações esperado para a corrente durante a sua utilização. Nem todas as correntes têm o mesmo tipo de desgaste nem são utilizadas para o mesmo fim, daí existirem correntes em que é aplicado um tratamento térmico menos dispendioso e que é suficiente para o esforço que lhes é exigido, ficando assim mais acessíveis ao cliente.

3.2. Partes constituintes do processo

O processo de tratamento delta passa por várias etapas desde a preparação das peças a tratar, o carregamento das “retortas”, o aquecimento e estágio das peças à temperatura de tratamento, o arrefecimento, a descarga das peças e a sua lavagem, conforme descrito abaixo.

1- Preparação das peças a tratar

Este passo é anterior ao processo de tratamento delta mas é um passo chave para que o tratamento tenha sucesso e para que se crie uma boa camada delta nas peças.

Se as peças não estiverem devidamente limpas, desengorduradas e secas, o crómio não se vai difundir como esperado, podendo originar uma camada delta fora dos parâmetros.

2- Carregamento das “retortas”

Antes de se carregarem as “retortas” tem que se garantir que estas e os bujões, que as fecham, mantêm a pressão. Para isso, periodicamente, tem que se comprovar a sua estanquicidade e funcionalidade.

Atualmente, o processo utilizado para avaliar a estanquicidade das retortas passa por injetar ar dentro da “retorta” até se atingir uma pressão de 1,5bar e mergulhá-la numa tina com água. Se não se verificar a formação de bolhas de ar a retorta está estanque e pode ser carregada. Caso contrário terá que ser enviada para a manutenção para ser reparada. Este teste de estanquicidade é feito de 20 em 20 passagens, ou seja, após ser carregada e ir ao forno 20 vezes, mas também deve ser feito quando, após uma descarga, se verifica que as peças saíram defeituosas.

No caso do bujão, é verificada a força da mola em todas as cargas e a cada 10 passagens o bujão vai à manutenção para troca da mola e para verificar o diâmetro da ponteira cónica por intermédio da qual se faz a vedação na sede da retorta.

Antes de serem carregadas, as “retortas” têm que estar totalmente ausentes de humidade e limpas, sem cimento ou peças do lote anterior.

Devem ser carregadas de acordo com o “modo operativo”, ou seja: com uma determinada quantidade de peças e o respetivo cimento.

3- Aquecimento e estágio das peças à temperatura de tratamento

Assim que a “retorta” é colocada no forno começa logo em rotação para que todas as peças sejam igualmente aquecidas e estejam todas em contacto com o cimento, sendo bem envolvidas neste.

Após a introdução da “retorta” no forno segue-se a fase de aquecimento da mesma até que a temperatura interior esperada, definida no “modo operativo”, seja atingida. Dependendo do forno e do tipo de peça, esta fase de aquecimento pode demorar até 1h30,

sendo que o tempo total de permanência no forno é de 4h para eixos e rolos e varia entre 1h30 e 2h para placas.

4- Arrefecimento das “retortas”

Depois de atingido o tempo de forno as “retortas” são retiradas dos mesmos e colocadas na “banca de arrefecimento”, onde são mantidas em rotação durante o tempo de arrefecimento, que varia consoante o tipo de peça a tratar. Este tempo varia entre 3h30 e 5h, sendo 3h30 para rolos, placas e alguns dos eixos e 5h para os restantes eixos.

Numa primeira fase do arrefecimento, enquanto a temperatura é elevada, ainda há crescimento da camada delta. Assim, na banca de arrefecimento mantem-se a rotação da retorta. Desta forma garante-se a continuidade do tratamento, as peças, arrefecem uniformemente e evita-se, também, que as peças fiquem coladas ao cimento e que o conjunto “peças + cimento” fique agarrado às paredes da “retorta”.

Justifica-se o facto de o arrefecimento ser tão lento com a elevadíssima temperatura a que as “retortas” são descarregadas do forno, superior a 900°C. Além disso o arrefecimento deve ser processado lentamente, uma vez que se as peças fossem expostas de uma forma brusca ao ar, o arrefecimento brusco poderia levar a que ocorressem fissuras na camada delta.

5- Descarga das peças

A descarga deve ser feita de um modo lento e progressivo permitindo que a função do peneiro (separar o cimento das peças) seja o mais eficaz possível. O procedimento de descarga está descrito no “modo operativo” (anexo B). Após o peneiramento as peças seguem para a lavagem. Esta pode ser feita num tapete contíguo ao peneiro e secas numa secadora do sector, ou, por outro lado, dependendo da peça, serem lavadas e/ou secas noutra posto.

3.2.1. Cimentos

Como foi referido no subcapítulo 3.1 o cimento é constituído por Crómio, Alumina e Cloreto de Amónio. Contudo, empregam-se dois tipos de cimento: cimento novo

e cimento corrigido, sendo ainda que cada um deles pode ser preparado utilizando Crómio recuperado ou Crómio novo.

Há uma reutilização dos cimentos, ou seja, após a primeira utilização de um cimento este não vai de imediato para recuperar o crómio. Há um reaproveitamento do cimento já usado fazendo-se apenas correções (cimento corrigido). Essas correções consistem num acrescento de uma determinada quantidade de cada um dos 3 componentes que integram o cimento, indicada no “modo operativo”. Sendo considerado o cimento novo apenas o da primeira passagem.

É de extrema importância que o cimento seja bem executado, os operadores devem ter muita atenção com a quantidade de cada produto que compõe o cimento, a quantidade errada ou a falha de um dos 3 produtos pode conduzir a um revestimento não conforme. A qualidade do cimento é decisiva para que se crie uma boa camada delta, para além da sua boa execução este deve estar isento de humidade.

O cimento só deve ser reutilizado um determinado número de vezes, atualmente até 5 vezes e enquanto o seu peso for superior a 5kg. Após atingir um dos limites deve ir para recuperação do crómio.

O número de passagens admissíveis varia de peça para peça, estando esse número indicado no “modo operativo” (anexo A). O tipo de cimento a usar, também varia de acordo com o tipo de peça, existindo cimentos criados com crómio novo e com crómio recuperado, podendo, tal como já foi referido, cada um dos tipos ser reutilizado com acrescentos.

A recuperação de Crómio é feita semanalmente. Os cimentos retirados do circuito são guardados para a posterior recuperação do crómio.

A recuperação processa-se na secção da Bariagem de acordo com o MO, anexo C. Como é referido no mesmo, a lavagem do cimento e posterior recuperação do crómio é feita num equipamento denominado de Tupia e a secagem do crómio, após recuperação, é feita numa retorta nos fornos Delta a aproximadamente 300°C.

3.3. O Processo atual

Para uma percepção mais adequada do projeto desenvolvido é de salientar a importância da compreensão do atual processo. É necessária uma compreensão minuciosa do mesmo, isto é, o conhecimento de todas as tarefas executadas.

No seguimento deste capítulo serão discriminadas todas as tarefas efetuadas pelo colaborador da secção do TTD.

Na Figura 8 está representado o layout atual da secção, onde os números apresentados servem de auxílio para a compreensão das deslocações dos colaboradores na secção, cada número representa um posto de trabalho dentro da secção do TTD.

Atualmente, o processo engloba as seguintes tarefas:

- 1) Chegada de um novo lote para tratamento ao local 6;
- 2) Registo do lote na consola localizada na posição 4;
- 3) Transporte do lote da posição 6 para a zona de carga (posição 7 – apesar de não estar representado no layout o local 7, além do lote, inclui para pesar as peças e carregar a retorta);
- 4) Carregar retorta – posição 1:
 - a. Pesar peças de acordo com o calculado na consola;
 - b. Validar carga na consola (posição 10);
 - c. Adicionar o cimento:
 - i. Cimento corrigido: pesar o cimento a reutilizar e ver se está dentro dos parâmetros definidos no modo operativo e fazer acrescentos com os produtos situados na posição 10;
 - ii. Cimento novo: fazer novo cimento com os produtos situados na posição 10.
 - d. Introduzir as peças + cimento dentro da retorta com auxílio da ponte rolante e do funil.
 - e. Fechar retorta com o bujão
- 5) Preencher o cartão delta
- 6) Verificar se há algum forno livre:
 - a. Caso haja, colocar retorta no carro de transporte com auxílio da ponte rolante;

b. Se não houver colocar retorta na estante (posição 8) com auxílio da ponte rolante

7) Quando houver um forno livre (posições 3) colocar a retorta no forno para tratamento térmico;

- a. Colocar a retorta no carro de transporte com auxílio da ponte rolante;
- b. Colocar a retorta dentro do forno;
- c. Arrumar o carro de transporte no local 8.

8) Após o tempo de tratamento térmico descarregar o forno:

- a. Descarregar a retorta do forno para o carro de transporte;
- b. Com auxílio da ponte rolante transportar a retorta do carro de transporte para a banca de arrefecimento, posição 2 (onde deve ficar o tempo estabelecido até poder ser descarregada)

9) Transportar a retorta para a zona de descarga, posição 1, com auxílio da ponte rolante

10) Descarga da retorta:

- a. Desapertar o bujão;
- b. Inspeccionar a garganta da retorta, caso tenha peças aderentes limpar;
- c. Ligar o peneiro, o tapete e a secadora (dependendo das peças);
- d. A descarga deve ser feita faseadamente, logo, o colaborador terá que acionar e desacionar o botão de descarga aproximadamente 3 a 4 vezes até que a descarga esteja concluída.

11) Ainda na posição 1, efetuar a limpeza da retorta: Colocar aparadeira, colocar a retorta na posição mais inclinada da descarga, com a retorta a girar provocar vibração através de pancadas com uma marreta de 2kg até deixarem de cair resíduos;

12) Retornar ao ponto 4 até que o lote esteja concluído.

A taxa de ocupação da máquina é calculada entre a razão do tempo de trabalho efetivo da máquina e o tempo que a máquina está disponível para trabalhar.

Posteriormente ao cálculo das referidas taxas, constatou-se que o cavalete destinado à carga/descarga tem uma taxa de ocupação de 91,3% (este valor foi calculado com base no volume do último ano até à data em que o calculado foi efetuado) sendo a previsão para o próximo ano superior a 100%, ou seja, prevê-se que não se consiga dar resposta às solicitações previstas, se não forem tomadas quaisquer ações. Este é o componente com mais sobrecarga, embora com pouca segurança, as restantes máquinas conseguirão responder, face ao cenário previsto para o próximo ano.

Tabela 1 - Taxa de ocupação (máquinas e operador) ano 2018.

	Fornos	Tapete de arrefecimento	Cavalete	Operador
Taxa de Ocupação	89,0%	58,5%	91,3%	73,8%

3.5. Fatores de Risco

Segundo o Programa Nacional de Saúde Ocupacional (DGS, 2019), um agente suscetível de provocar um efeito adverso na saúde do trabalhador é designado por fator de risco profissional.

O risco profissional existe em qualquer empresa/estabelecimento. Este, engloba a combinação da probabilidade de ocorrência de um efeito adverso na saúde do trabalhador com a gravidade do dano. Tanto pode ser pouco valorizável, isto é, aceitável, como muito valorizável, ou seja, não aceitável.

Os fatores de risco para a saúde e segurança dos trabalhadores, presentes ou relacionados com o trabalho, podem ser classificados pela sua natureza em seis grupos: biológicos, físicos, químicos, psicossociais/organizacionais, relativos à atividade de trabalho e outros. (DGS, 2019)

A SRAMPORT pretende garantir uma contínua melhoria das condições de trabalho dos seus colaboradores, proporcionando-lhes, tanto quanto possível, as melhores condições de trabalho.

3.5.1. Fatores de Risco do Setor

Como em todos os postos de trabalho existem riscos, sendo que estes podem ter vários graus como já foi referido: desde os mais significativos, aos aceitáveis e aos pouco significativos.

Na secção de TTD são perceptíveis alguns fatores de risco que podem ser avaliados em diferentes graus de significância.

Ao longo deste subcapítulo descrever-se-ão os fatores de risco mais significativos:

- Ruído;
- Risco de queimaduras e queda de cargas pesadas;
- Qualidade do ar interior.

3.5.1.1. Ruído

É designado ruído um som indesejado, isto é, que pode causar incómodo, provocando um obstáculo à concentração e comunicação.

O incómodo provocado pelo som pode considerar-se subjetivo. Depende em função de fatores tais como: horários, circunstâncias e do próprio indivíduo a ele sujeito, um som pode passar de agradável a desagradável. (“APSEI - Associação Portuguesa de Segurança,” 2019)

A secção do TTD é uma das zonas com mais ruído da fábrica. Sendo o pico do ruído atingido aquando da limpeza da retorta com uma marreta. Para esse momento foi elaborada uma análise de ruído com o auxílio de um sonómetro. Foram retirados valores utilizando duas curvas de ponderação, a curva de ponderação A e a curva de ponderação C.

Com base no Decreto Lei 2006, artigo 2º (MTSS, 2006), a exposição pessoal diária ao ruído, $L_{EX,8h}$, calculada para um período normal de trabalho diário de oito horas (T_0) é dada pela expressão:

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,Te} + 10 \log\left(\frac{T_e}{T_0}\right) \quad (1)$$

Em que:

T_e – É a duração diária da exposição pessoal de um trabalhador ao ruído durante o trabalho;

T_0 – É a duração de referência de oito horas (28 800 segundos);

Sendo $L_{Aeq,Te}$ o valor retirado pela análise dos valores dados pelo sonómetro em dB(A). O filtro de ponderação A utilizado para o cálculo deste valor, apresenta o ruído equivalente médio calculado ao longo de determinado tempo. Através da análise do sonómetro foi calculado o ruído equivalente médio através da expressão:

$$L_{eq} = 10 \times \log(\sum 10^{\frac{L_i}{10}}) \quad (2)$$

Após determinado este valor foi calculada a exposição pessoal diária ao ruído a que os trabalhadores estão sujeitos ao executar este tipo de tarefa.

Esta tarefa é realizada, em média, nove vezes por turno sendo a sua duração média aproximadamente dez segundos.

Com recurso à equação (2) temos que o ruído médio equivalente é igual a 133,05 dB (A). Seguidamente, reunimos todas as condições necessárias para o cálculo da exposição pessoal diária através da equação (1) e temos que este é igual a 108 dB (A), valor bastante superior ao recomendado.

Segundo o artigo 3º do Diário da República, 1.ª Série – Nº 172 – 6 de setembro de 2006 (MTSS, 2006), os valores limite de exposição são fixados em:

- $L_{EX,8h} = 87 \text{ dB (A)}$
- $L_{Cpico} = 140 \text{ dB (C)}$

Ou seja, facilmente se constatou que os valores calculados são substancialmente superiores aos recomendados.

Quanto ao valor de pico, este é calculado através do sonómetro com recurso ao filtro de ponderação C, para o ruído impulsivo. O valor máximo retirado da análise foi 131,1 dB (C), consoante o referenciado conclui-se que este se encontra dentro dos parâmetros.

Como atenuador os operadores têm como obrigatório o uso de protetores auditivos. Não foi possível o cálculo da exposição ao ruído com os protetores auditivos, uma vez que seria necessária uma análise por bandas de oitava para que se pudesse analisar a atenuação frequência a frequência. Contudo, a SRAMPORT facultou a análise de ruído interna e constatou-se que com os valores de exposição ao ruído com protetores auditivos decresce até aos 77 dB (A). Com a utilização dos mesmos, os operadores estão protegidos sendo o valor do ruído sentido aceitável, tendo em conta o regulamento em vigor.

3.5.1.2. Risco de queimaduras e queda de cargas pesadas

Estes são dois fatores de risco presentes na secção. O risco de queda da retorta quando é transportada com a ponte rolante é considerado um risco não aceitável bem como o risco de queimadura uma vez que se lida com temperaturas muito elevadas e as retortas são transportadas com a ponte rolante ainda incandescentes.

Atualmente, a ação desenvolvida para combater este risco é a manutenção preventiva, efetuada periodicamente à ponte rolante e às retortas.

3.5.1.3. Qualidade do ar interior

O risco de inalação de poeiras é considerado não aceitável.

Quando é efetuada a descarga e o posterior peneiramento das peças tratadas ocorre libertação de poeiras. A inalação das mesmas pode provocar doenças do foro pulmonar. De modo a diminuir esta ocorrência a ação desenvolvida consiste na utilização de uma máscara de proteção e a melhoria a implementar é a aquisição de um novo sistema de exaustão.

3.6. Aspetos a melhorar no processo

Após uma análise do processo constataram-se alguns aspetos negativos suscetíveis de melhoria.

A falta de espaço foi notória, bem como a má disposição dos equipamentos e ferramentas. A solução atual leva a que sejam feitas deslocações que poderiam ser evitadas ou otimizadas. Algumas alterações permitiriam ganhos de tempo e um fluxo mais natural.

Quando é feita uma descarga há libertação de pó. Uma vez que a exaustão existente não tem capacidade para o extrair na totalidade, muito devido à rápida saturação dos filtros, este dispersa-se na secção, obrigando a que o operador use máscara sempre que se faz uma descarga.

A extração na zona da boca dos fornos é necessária porque há libertação de gases, provenientes da descompressão. Existe uma conduta de extração com um extrator, ligada a cada um dos 5 fornos. No entanto, as campânulas são pequenas, permitindo que parte desses gases seja libertada para o ar. Quanto ao sistema de ventilação, para renovação de ar, existe apenas um extrator, que, dadas as condições de trabalho (atmosfera rica em pó

e alta temperatura devida à utilização de fornos a temperaturas elevadíssimas), é notoriamente insuficiente.

A descarga, como já referido, deve ser feita de forma lenta e progressiva, mas algumas vezes, isso não se verifica uma vez que não é automática, isto é, depende dos operadores. Sendo controlada por um operador é, praticamente, impossível ser sempre executada de forma sistemática.

Após uma descarga é necessário limpar a retorta para que esta possa ser carregada novamente. Para este efeito é induzida uma forte vibração na retorta através de múltiplas pancadas com uma marreta de 2kg, o que, para além de provocar imenso ruído, cerca de 131,1 dB (C) (valor de pico registado), não é completamente eficaz. Por mais que se continue a bater, sairão sempre resíduos. Além disso, devido à enorme força provocada pelas pancadas, a vida das retortas diminui, visto que as pancadas provocam deformações e aumenta a probabilidade de ocorrerem problemas, tais como fissuras.

O método para o teste de estanquicidade utilizado é duvidoso, sendo a probabilidade de ocorrer falhas bastante considerável. Atualmente, o teste é feito injetando-se ar dentro da retorta até se atingir uma pressão de 1,5bar, mergulhando-a numa tina com água e verificando-se se borbulha ou não.

É um método completamente visual, e, portanto, muito suscetível a eventuais erros, o bujão colocado para vedar a garganta da retorta não é 100% eficaz. Existem perdas de pressão pelo mesmo, o que pode levar a que uma possível fissura não seja detetada pelo operador já que, frequentemente, existem tantas bolhas na água que tornam as pequenas fugas impercetíveis.

Para além dos inconvenientes referidos é um método que exige, ao longo de todo o teste, a atenção e presença do colaborador. O facto de ser efetuado com água também leva a que o local onde é avaliada a estanquicidade, após a mesma, não respeite as normas internas de higiene e segurança no trabalho em vigor, uma vez que há derrames e o local fica sujo.

4. IDEIAS

Um grupo de trabalho, heterogéneo, composto por colaboradores de diferentes áreas desde a qualidade, produção, manutenção e engenharia foi constituído de modo a solucionar os problemas mais relevantes.

Este capítulo apresenta as várias ideias apresentadas para cada um dos problemas.

4.1. Método de estanquicidade

Estanquicidade significa estanque, sem vazamento, ou seja, é a definição dada a um determinado produto quando este não apresenta fugas, isto é, está livre de furos ou porosidades que possam deixar entrar ou sair fração do seu interior. (“Wikipédia - Definição de Estanquicidade,” 2019)

Atualmente este método é efetuado injetando-se pressão no interior da retorta e mergulhando-a numa tina com água, girando-a para ver se borbulha ou não, ou seja, se é ou não estanque, Figura 9.



Figura 9 - Método de estanquicidade atual.

A ideia proposta para este teste é utilizar um método de queda de pressão que consiste em injetar pressão dentro da retorta e medir se existe ou não queda de pressão, se houver significa que esta tem fugas e tem que ser reparada.

O novo método proposto apresenta algumas dificuldades, sendo a principal a vedação na garganta da retorta, para que não ocorram fugas por essa zona. As gargantas das retortas não são todas exatamente iguais entre si daí ter que se encontrar um mecanismo que se adapte a cada uma delas. O mecanismo desenvolvido está representado na Figura 10 e trata-se de um cilindro de borracha flexível com uma tampa na extremidade, para que seja moldável e adaptável a cada garganta. O cilindro é colocado na garganta, Figura 11, e é bem apertado com uma braçadeira para que não ocorram fugas por aí. De seguida, é injetada pressão no interior da retorta e posteriormente analisa-se se esta está ou não conforme.



Figura 10 - Tampa desenvolvida para o teste de estanquicidade para vedar a garganta da retorta.



Figura 11 - Tampa de estanquicidade colocada na garganta da retorta.

4.2. Método de limpeza das retortas

Um dos maiores problemas da secção delta é o método utilizado para a limpeza das retortas. Atualmente, estas são sujeitas a sucessivos impactos com um martelo. Este método põe em causa a vida das retortas e provoca muito ruído, sendo este ruído prejudicial para o colaborador do sector bem como de todos os outros que possam estar expostos ao mesmo. Seguidamente são apresentadas todas as propostas que surgiram para a possível limpeza das retortas.

4.2.1. Limpeza com fragmentos sólidos

Surgiu a ideia de fazer girar a retorta com fragmentos sólidos de dimensão variada e quinas vivas. Esperava-se, que ao girar e com alguns impactos, estes fragmentos acabassem por soltar os resíduos de cimento. Aproveitando a disponibilidade, usaram-se fragmentos de metal duro, colocando-os dentro de uma retorta e fazendo-a girar com várias inclinações.

4.2.2. Limpeza com água

Foram sugeridos três tipos de limpeza utilizando água. Um deles introduzindo uma determinada quantidade de água dentro da retorta após descarga, outro com jatos de água sobre pressão e, por fim um teste com água corrente durante a fase de descarga, para que se pudesse descarregar a retorta e ao mesmo tempo efetuar a sua limpeza, executando-se duas tarefas em simultâneo e ganhando-se tempo com isso. Esta opção impossibilitaria a reutilização do cimento até à quinta passagem sendo necessário um estudo acrescido para estudar a viabilidade da proposta.

4.2.3. Limpeza por pancada automática e controlada

A ideia seria provocar uma pancada automática e controlada na retorta, produzindo vibrações semelhantes às atuais.

A área de limpeza seria na zona de descarga como atualmente, mas o processo seria todo automático e dentro de uma cabine insonorizada. A retorta seria colocada na zona

de descarga e a cabine era fechada, quando fechada era acionada a descarga automática, esta só poderia ser acionada quando a cabine estava fechada. Após concluída a descarga era, de forma automática, provocada uma ou mais pancadas, na retorta e estaria pronta a ser carregada novamente.

Este método de limpeza solucionaria ainda o problema do pó aquando a descarga uma vez que a mesma seria efetuada numa cabine, a mesma cabine que isolaria o som.

4.2.4. Limpeza com escovilhão

Surgiu ainda a possibilidade de se limpar a retorta com um escovilhão industrial. Esta proposta acarreta algumas dificuldades sendo a geometria da retorta a mais significativa, Figura 12. Aquando da limpeza é necessário que a retorta seja igualmente limpa em todos os pontos do seu interior, devido à sua geometria isso torna-se complicado de atingir, sendo a idealização e projeto da escova um ponto decisivo nesta ideia.

Pensou-se em criar um escovilhão da mesma espécie dos “limpadores de garrafas” ou garrafas de oxigénio, que através da rotação faz expandir, por centrifugação, a escova e assim permite alcançar todos os pontos necessários para uma limpeza eficaz.

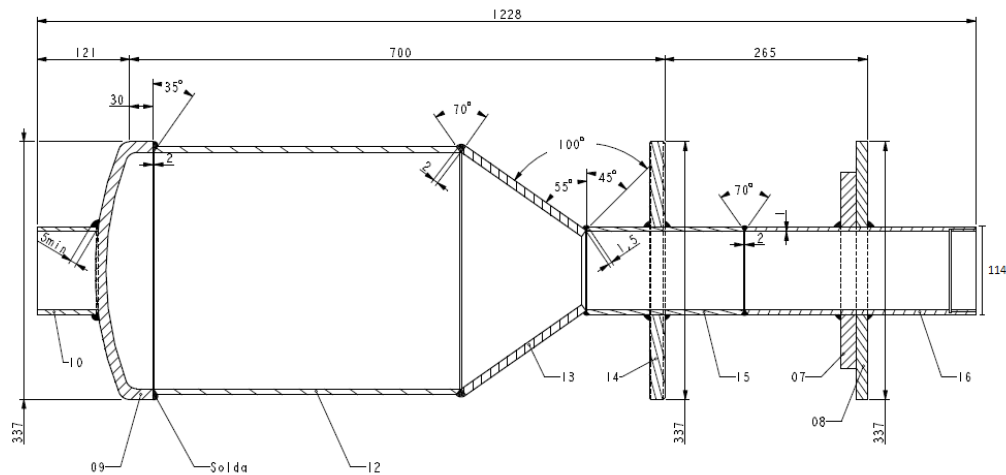


Figura 12 - Desenho retorta.

4.3. Descarga das retortas

Neste momento, a descarga não é completamente automática, ou seja, precisa de ser acionada e interrompida durante a descarga para que esta não seja feita de forma brusca, de uma só vez. O que se pretende é que a descarga seja feita de modo lento e contínuo, para isso surgiu a solução de automatizar completamente o processo.

Pretende-se ainda tornar o processo de carga e descarga independentes. Atualmente o cavalete de carga é utilizado também para a descarga, com a análise descrita no subcapítulo 3.3, constatou-se que o mesmo é insustentável e para combater isso pretende-se tornar a carga independente da descarga.

4.3.1. Exaustão na zona de descarga

A qualidade do ar interior é um dos fatores de risco identificados, sendo obrigatório o uso duma máscara protetora aquando a descarga.

De modo a melhorar a qualidade do ar, foi repensado um novo sistema de exaustão para a zona de descarga uma vez que o atual não é considerado suficiente.

O novo sistema de exaustão de pó, proposto pelo fornecedor, implica o isolamento da área (com uma cabine ou cortinas) de modo a impedir que os pós se difundam em toda a atmosfera e sejam aspirados para um silo.

4.4. Transporte de retortas do forno para a banca de arrefecimento

O movimento das retortas do forno para a banca de arrefecimento passa por dois tipos de transporte. Primeiramente, a retorta é retirada do forno para o carro de transporte, a altas temperaturas. Posteriormente, com o auxílio da ponte rolante, é retirada do carro e colocada na banca de arrefecimento, sendo transportada pelo ar a altas temperaturas, existindo o risco de queda.

Pretende-se utilizar apenas um tipo de transporte, através do carro de transporte. A retorta sai do forno, é colocada diretamente no carro de transporte e deste diretamente na banca de arrefecimento, por uma solução semelhante à da carga dos fornos.

Para implementar esta solução é necessária a criação de uma nova banca de arrefecimento, adaptada ao carro de transporte, sendo que este, porventura, terá que sofrer também alguns ajustes.

Esta ideia, para além de mais segura, acarreta o benefício de só implicar um tipo de transporte, ou seja, menos uma tarefa, menos tempo de processo.

4.5. Redefinição do Layout

A utilização do espaço é um problema da secção.

Tendo em conta o sequenciamento das tarefas a realizar, o layout atual quebra o circuito. Por exemplo, após o carregamento da retorta, esta é colocada na estante, que, por sua vez, se situa depois da banca de arrefecimento.

Para que se possa ganhar espaço pensou-se na reorganização da disposição dos equipamentos, de modo a desencadear uma sequência mais lógica, bem como na eliminação de uma parede que atualmente separa a secção e dificulta as deslocações na mesma.

4.5.1. Exaustão dos fornos

Com a redefinição do novo layout é também necessário o estudo de um diferente sistema de exaustão dos fornos.

Durante a fase de levantamento de problemas do processo foi referido que as campânulas de extração dos fornos são demasiado pequenas o que leva a que os gases libertados não sejam extraídos na totalidade acabando por ser parcialmente libertados para a atmosfera.

Em paralelo com o novo layout foi proposta uma nova exaustão em linha para os fornos, uma vez que estes se encontram nesta disposição. A nova exaustão proposta teve em conta ainda o tamanho insuficiente das campânulas, tendo estas sido redimensionadas.

5. ANÁLISE / TESTES DAS PROPOSTAS DE MELHORIA

Para algumas das ideias listadas no capítulo 4, para as quais foi possível realizar, foram elaborados testes de modo a avaliar a eficácia de cada uma delas.

Cada teste está apresentado neste capítulo com a respetiva análise.

5.1. Método de estanquicidade

O novo método tem que ser tão ou mais eficaz que o método atual, da tina. Para tal, tem que se garantir que todas as retortas que chumbam no método da tina chumbam no teste de queda de pressão, sendo esta uma das condições fundamentais.

Tal tem-se verificado, após a execução de vários testes. Todas as retortas que chumbaram no teste da tina não estavam conformes no teste de queda de pressão.

Após a análise dos vários ensaios efetuados dividiram-se as retortas em 5 “grupos”:

- Grupo 1: não apresentaram nenhuma fuga;
- Grupo 2: apresentaram fugas de pequenas dimensões que não são detetadas no método da tina e só são detetadas no método de queda de pressão se se borrifar a retorta com água e sabão;
- Grupo 3: Sem deteção fácil (mas possível) no método da tina, consegue-se detetar no método de queda de pressão com uma ligeira queda de pressão;
- Grupo 4: deteta-se no método da tina e no método de queda de pressão com uma queda considerável de pressão;
- Grupo 5: é visível a anomalia sem que seja necessário qualquer teste, muitas vezes são diretamente enviadas para a sucata.

Considerou-se necessária esta divisão para uma melhor avaliação e perceção do método.

Através da análise dos ensaios realizados, Tabela 2, verifica-se que o novo método de estanquicidade é tanto ou mais eficaz que o método atual.

Tabela 2 - Tabela resumo dos testes de estanquidade.

Nº do ensaio	Retorta	Resultado do teste da tina (OK/NOK)	Queda de pressão em 5min >0,2 bar	Borrifaram-se as soldas e encontraram-se fissuras	Resultado do novo teste (OK/NOK)
1	170	OK	Não	Não	OK
2	176	OK	Não	Não	OK
3	175	NOK	Não	Sim	NOK
4	159	OK	Não	Não	OK
5	166	NOK	Sim	-	NOK
6	158	OK	Não	Sim	NOK
7	162	NOK	Sim	-	NOK
8	159	OK	Não	Sim	NOK
9	165	OK	Não	Sim	NOK
10	172	OK	Não	Não	OK
11	166	OK	Não	Sim	NOK

Todas as retortas dadas como não conformes no teste da tina foram igualmente não conformes no método de queda de pressão. Sendo que, com o método de queda de pressão consegue-se detetar retortas não conformes que segundo o método atual eram conformes (o que significa, que parte das vezes se pense que as retortas estão estanques e na realidade não estão o que pode levar a tratamentos delta não conformes e com qualidade comprometida).

5.2. Método de limpeza das retortas

Para cada uma das três soluções expostas no capítulo anterior foram realizados testes para estudar a eficácia dos métodos apresentados.

5.2.1. Limpeza com fragmentos sólidos

Este ensaio foi realizado em duas retortas distintas seguindo o seguinte procedimento:

- Descarregaram-se as retortas;
- Colocaram-se aproximadamente 10kg de fragmentos de metal duro no interior da retorta, Figura 13;



Figura 13 - Metal duro introduzido dentro da retorta para testar a eficácia da sua limpeza.

- Acionou-se a rotação da retorta e variou-se a inclinação ao longo de várias posições;
- “Descarregou-se” o metal duro e o lixo que sai do interior da retorta – observou-se a quantidade de lixo, Figura 14



Figura 14 - Fragmentos e lixo que saiu após o teste, retorta 163 e 167, respetivamente.

- Bateu-se na retorta com o martelo para ver a quantidade de lixo que sai após o ensaio com o metal duro.

Na Tabela 1 Tabela 3 estão apresentados os resultados dos testes efetuados. No segundo teste aumentou-se o tempo de duração do mesmo uma vez que os resultados do primeiro teste não foram positivos.

Tabela 3 - Tabela resumo dos testes de limpeza com fragmentos sólidos.

Nº do ensaio	Retorta	Tempo de duração do teste	Resultado do teste
1	163	2'30''	Negativo
2	167	4'30''	Negativo

Assim, constatou-se que este método de limpeza não corresponde ao pretendido uma vez que quando se bate com a marreta ainda saem muitos resíduos, Figura 15.

Como tal, foram feitos apenas dois testes e descartou-se esta ideia uma vez não ser garantida a sua eficácia.

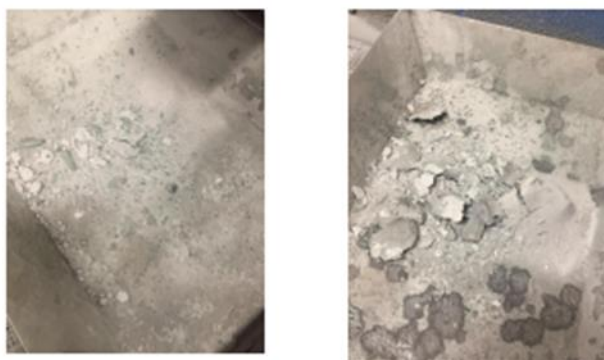


Figura 15 - Resíduos que saem após a limpeza com metal duro quando se bate com a marreta, retorta 163 e 167, respetivamente

5.2.2. Limpeza com água

5.2.2.1. Limpeza com introdução de água após descarga

Este método consiste em, após a descarga, colocar uma determinada quantidade de água dentro de uma retorta e, posteriormente, fazê-la girar em várias inclinações. Este ensaio foi feito apenas numa retorta seguindo as etapas:

- Descarregou-se retorta;
- Colocou-se 10 litros de água no interior da retorta;
- Definiram-se diferentes posições de rotação para a retorta para que a água atingisse todo o seu interior;
- “Descarregou-se” a água;
- Colocou-se a retorta a secar na banca de arrefecimento, junto de retortas que saem do forno a temperaturas elevadas;

- Quando seca, posicionou-se a retorta na zona de descarga e bateu-se com a marreta para ver a quantidade de resíduos de cimento que saem.

O objetivo deste ensaio era observar se, apenas com água a limpeza era bem-sucedida e conclui-se que esta é eficaz.

5.2.2.2. Limpeza com jatos de água à pressão

Este método, tal como o anterior, consistiu na limpeza do interior da retorta, mas desta vez com um jato pressurizado de água com recurso a uma máquina de lavagem à pressão.

O procedimento adotado foi o seguinte:

- Descarregou-se a retorta;
- Manteve-se a retorta inclinada para quando estivesse a ser lavada a água suja escorresse para o exterior;
- Com a máquina de pressão lavou-se a retorta por dentro, tentando alcançar-se todas as zonas da parede interna;
- Colocou-se a secar na banca de arrefecimento junto de retortas que saem do forno a temperaturas elevadas;
- Quando seca, colocou-se a retorta na zona de descarga e bateu-se com a marreta para ver a quantidade de lixo que sai.

Este ensaio foi feito em algumas retortas diferentes, sendo que se teve em atenção a escolha das retortas, retortas mais antigas e com maior número de passagens de cimento. Os ensaios, bem como as características do mesmo, são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Tabela resumo dos testes de limpeza com jatos de água à pressão.

Nº do ensaio	Retorta	Nº de passagens de cimento	Resultado do ensaio
1	159	5 ^a	Positivo
2	167	4 ^a	Positivo
3	164	4 ^a	Positivo
4	159	3 ^a	Positivo

Concluiu-se que este método é também eficaz, tendo-se optado por apenas continuar a testar este método e não o referido no subcapítulo anterior uma vez que este conduziu a resultados tenuemente melhores e consistentes,

5.2.2.3. Descarga e limpeza com água em simultâneo

De forma a minimizar dois problemas da secção do TTD, a poeira durante a descarga e a limpeza interna da retorta, juntou-se a descarga com a limpeza da mesma.

Este ensaio teve como base o seguinte procedimento:

- Colocou-se retorta pronta para descarregar com eixos 700 na zona de descarga (colocá-la na horizontal);

- Colocou-se uma aparadeira debaixo do peneiro, para que a água e o cimento fossem aparados.

- Colocou-se alguma água com a retorta inclinada, deixou-se rodar um pouco.

- Efetuou-se a descarga lentamente com água (mangueira) a correr para dentro da retorta.

- Descarregou-se antes de a aparadeira encher (cerca de 20L);

- Colocou-se a aparadeira a decantar crómio.

- As peças após descarga seguiram o fluxo normal, isto é: lavagem, tapete e secagem.

- Secou-se a retorta na banca de arrefecimento junto a retortas quentes;

- Quando seca, a retorta, bateu-se com a marreta e analisou-se a quantidade de resíduos que saíram.

Apesar de o método ser eficaz, perder-se-ia a possibilidade de reutilizar cimento. Por isso, a necessidade de estudar a viabilidade da não reutilização do cimento surgiu e, é apresentada no próximo subcapítulo.

5.2.2.3.1. Estudo da viabilidade do processo da não reutilização de cimento

Atualmente, as peças que levam obrigatoriamente cimento com crómio novo são os eixos 702, 705 e 708.

Os eixos 702 podem ter até três passagens do mesmo cimento, ou seja, cerca de 1/3 das peças produzidas (33.33%) são feitas com cimento novo e as restantes (66,67%) são feitas com cimento corrigido.

Os eixos 705 e 708 podem ter até 2 passagens do mesmo cimento, isto é, cerca de 50% das peças produzidas num ano são feitas com cimento novo e as restantes 50% são feitas com cimento corrigido com crómio novo.

Com base nos dados do ano anterior, verificou-se que o volume de eixos 702 produzido é de 22 092,54kg o que perfaz um total de 552,3 cargas. A soma do volume dos eixos 705 e 708 é de 6 124kg o que perfaz um total de 153,1 cargas.

Na Tabela 5, são apresentados os custos por quilograma dos constituintes do cimento.

Tabela 5 - Custos por quilograma dos constituintes do cimento.

	Preço/kg [€]
Crómio	10,87
Alumina	0,87
Cloreto de Amónio	5,6

Um cimento novo com Crómio novo é substancialmente mais caro do que um cimento corrigido com Crómio novo uma vez que leva uma maior quantidade de todos os componentes. O preço por carga para cada tipo de cimento está apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Preço por carga para cada tipo de cimento.

	Preço/carga [€]
Cimento novo com Crómio novo	56,65
Cimento corrigido com Crómio novo	5,082

Com os dados disponíveis verificou-se que, atualmente, sejam produzidos 183,9 lotes de eixos 702 com cimento novo com Crómio novo e 76,55 lotes, no total, de eixos 705 e 708 nas mesmas condições. Com cimento corrigido com Crómio novo tem-se que são produzidos 368,2 lotes de eixos 702 e 76,55 lotes, no total, de eixos 705 e 708.

A tabela seguinte apresenta o gasto por ano, em euros, para a produção das várias gamas de eixos referidas atualmente e futuramente caso não se utilize cimento corrigido.

Tabela 7 - Gasto por ano para a produção dos eixos 702, 705 e 708 atualmente e futuramente.

	Gasto por ano para a produção dos eixos [€]	
	Atualmente	Futuramente
Eixos 702	12 289,1274	31 287,795
Eixos 705 e 708	4 725,5846	8 673,115
Total	17 014,712	39 960,91

Com a análise da Tabela 7 facilmente de percebe que os custos associados ao não aproveitamento do cimento irão duplicar, mais concretamente haveria um aumento de custos de 22 946,198€, ou seja, o aumento de custo percentual seria de 134,86%.

Com o não aproveitamento de cimento teria que se recuperar crómio mais vezes. Se um cimento atualmente dá para até 5 passagens, no futuro este teria que se lavar 5x mais. O custo de lavagem de cimento é de 48,75€/lavagem, sendo que este é lavado duas vezes por semana, por semana tem um custo de 97,5€. Uma vez que a fábrica trabalha 48 semanas por ano perfaz um custo anual de 4 680€. Se a ideia fosse implementada este valor anual iria quintuplicar e perfazer um total de 23 400€, isto é, um aumento de 18 720€ anuais, ou seja, um aumento percentual de 400%.

Pode-se então concluir que o não aproveitamento de cimento traria um aumento de custos de 41 666,2€ anualmente, 205,89% de aumento percentual.

Após este estudo esta ideia foi automaticamente descartada uma vez que envolve um custo anual muito elevado.

5.2.3. Limpeza por pancada automática e controlada

Esta ideia não foi testada uma vez que o grupo de trabalho decidiu não ser uma ideia viável.

Pensa-se que parte das fissuras das retortas são provocadas pelas consecutivas pancadas aquando a limpeza das mesmas, aceleradas pelos ciclos térmicos a que são sujeitas. O grupo de trabalho não considerou esta ideia uma solução eficaz, uma vez que não se iria remover a pancada o que continuaria a conduzir a problemas nas retortas comprometendo não só a sua durabilidade como também a qualidade do tratamento.

Foi, portanto, consensual que esta possível solução fosse descartada.

5.2.4. Limpeza com escovilhão

A limpeza com um escovilhão industrial ainda não foi testada uma vez que se está a aguardar uma proposta de um fornecedor.

Caso seja possível a construção de um escovilhão que alcance todos os pontos do interior da retorta este método poderá resultar.

Esta ideia será a que implicará menos mudanças de processo uma vez que o mesmo ficará muito idêntico ao atual, alterando-se apenas o modo de limpeza da retorta.

5.3. Descarga das retortas

A descarga das retortas só será testada após a criação de uma nova máquina de descarga automatizada. Todavia, este tipo de descarga já existe noutros sectores da fábrica e espera-se que possa ser implementado sem quaisquer inconvenientes. Para isso, o equipamento de descarga terá que ter as seguintes características:

- Posição inicial 0 graus;
- Posição final 30 graus;
- Movimento de translação da retorta de 0 aos 30 graus em 120 segundos;
- O sistema de translação da retorta deve permitir várias paragens ao longo dos 30 graus com gestão automática da sequência, para tal poderá ser usado um encoder ou outros sensores de modo a controlar os pontos de paragem;
 - Colocação de um motoredutor com uma redução maior que a atual. O objetivo é que seja possível ter paragens intermedias controladas com um tempo de movimento da posição inicial para a posição final total de 120 segundos;
 - Colocação de um sistema de rotação da retorta (velocidade semelhante à atual +/- 5 segundos por volta – 12rpm);
 - O sistema deverá ter um automatismo de controlo ex. um autómato onde se programa a sequência da descarga.
 - O sistema deve ter uma caixa de comando com os seguintes botões:
 - a. Ordem de descarga (o sistema desloca-se da posição 0 graus até a posição de 30 graus com paragens intermedias definidas num programa de sequência de descarga)

- b. Ordem para posição de repouso / carga (o sistema desloca-se para a posição de 0 graus)
 - c. Paragem de emergência
 - d. Seletor manual/automático
 - e. Seletor de habilitar movimento de rotação em manual, permitindo a rotação entre os 30 e os -90 graus (posição atualmente idêntica à de carga)
 - f. Seletor de acionamento manual da rotação da retorta
 - Colocar um quadro elétrico onde atualmente está a instalação elétrica
- Transporte de retortas do forno para a banca de arrefecimento

Para que o transporte da retorta seja feito diretamente do carro de transporte para a banca de arrefecimento desenhou-se uma nova banca de arrefecimento.

Comparativamente com a atual, a banca sofreu algumas alterações: o rebaixamento para o nível do carro; a alteração da posição das chumaceiras; o acrescento de guias para guiar a retorta para a posição pretendida; o acrescento de rolos mecânicos formando uma superfície contínua para que a retorta deslize ao ser empurrada e fique colocada sobre os mesmo aquando o arrefecimento; novo posicionamento das correntes e nova proteção da cadeia de transmissão; colocação de elos para a fixação do carro à banca e ainda batentes para garantir que a retorta fica na posição pretendida.

O primeiro projeto para a banca está representado na Figura 16. Para além das modificações da banca é ainda necessário adaptar o carro de transporte. Trata-se de restringir o curso do carro uma vez que o definido atualmente, para colocar a retorta no forno, é demasiado longo e iria danificar o batente da banca. É ainda necessário garantir que a parte da frente do carro é ligeiramente mais baixa, permitindo que o carro seja retirado em segurança pois, caso contrário, quando a retorta estiver em posição na banca ainda estará apoiada na frente do carro.

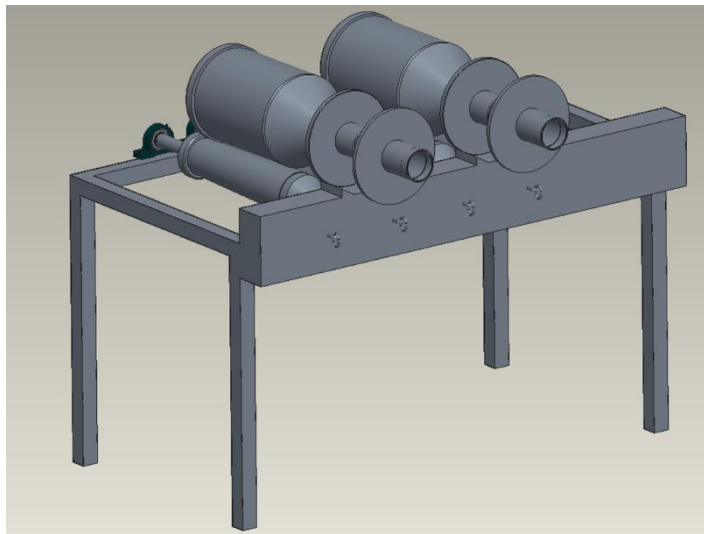


Figura 16 - Nova banca de arrefecimento.

6. RESULTADOS

Ao longo deste capítulo serão apresentadas as soluções propostas para cada problema, bem como a descrição do processo para cada uma delas. Estas foram selecionadas por todos os elementos do grupo de trabalho, com base nos testes realizados e na discussão da sua viabilidade.

São ainda apresentadas duas propostas distintas com base nas soluções propostas para cada problema

6.1. Método de estanquicidade

A solução para o método de estanquicidade é o método de queda de pressão, a única solução apresentada que se comprovou ser tanto ou mais eficaz que o método atual.

Seguidamente é apresentado o modo de execução do novo método.

6.1.1. Processo de estanquicidade pelo método de queda de pressão

Após a verificação da fiabilidade do método proposto estudou-se um novo modo operatório que engloba todas as mudanças a implementar (apêndice A).

Este método necessita de um novo posto para a sua execução, o que implica uma alteração de layout.

A execução do modo operatório teve em conta os 5 grupos de retortas considerados no subcapítulo anterior.

Definiu-se novamente um processo para o novo método, seguidamente exposto:

- Colocação do bocal na garganta da retorta e apertar o mesmo garantindo o ajuste adequado, sem fugas;
- Injeção de pressão – 1 bar; quando atingida, fechar válvula e borrifar o bocal para garantir que está bem apertado;
- Cronometrar após o instante em que se pare a injeção de ar até se atingir a pressão pretendida:

o Se a queda de pressão for $> 0,2$ bar após 5 minutos significa que a retorta não é estanque e tem que se borrifar para se detetar a fuga;

o Se a queda de pressão for $< 0,2$ bar ou sem queda de pressão após 5 minutos borrifar zonas de soldadura e outras zonas de potenciais fugas.

- Sempre que encontrada uma fuga identificar a mesma e encaminhar para a manutenção.

- Concluído o teste aliviar pressão e retirar o bocal em segurança.

Foi projetado um suporte para a execução do teste. É um suporte móvel e está representado na Figura 17.

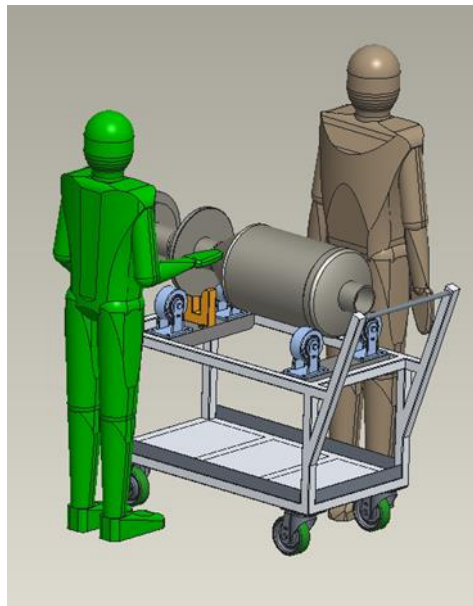


Figura 17 - Suporte para fazer a estanquicidade.

Optou-se pela realização de um suporte móvel uma vez que, sendo o espaço, um problema da secção, este só terá que ocupar a posição de estanquicidade quando necessário podendo ser guardado num local que cause menos transtorno. É um suporte simples que permite a rotação da retorta, o que possibilita a observação da mesma em todos os pontos, condição esta necessária para a precisão dos resultados.

Acarreta ainda a vantagem de funcionar como meio de transporte da retorta até à manutenção. Uma vez chumbada no teste de estanquicidade esta pode ser encaminhada diretamente para a manutenção sem que seja necessária uma tarefa intermédia, como por exemplo, retirar a retorta do suporte de estanquicidade e colocá-la num porta paletes para

que seja encaminhada para a reparação. Desta forma, é notório que implica menos tempo necessário para a sua execução.

6.2. Método de limpeza das retortas

Após os vários testes aos diversos métodos de limpeza antes apresentados, o grupo de trabalho considerou duas soluções: limpeza com jatos de água pressurizados e limpeza com escovilhão, apesar de esta ainda não ter sido testada pressupõe-se que será eficaz.

6.2.1. Limpeza com jatos de água

Para que a limpeza seja feita com água será necessário a implementação de uma nova máquina para esta função.

A nova máquina foi idealizada para garantir 3 subprocessos, já existentes no processo atual: a lavagem e posterior secagem que garantiria a atual limpeza, o carregamento da retorta que atualmente é feito na mesma posição de descarga e ainda como estante para retortas carregadas que, no atual processo existe apenas uma estante para todo o tipo de retortas (carregadas, descarregadas, limpas e sujas).

Seria uma plataforma circular multifunções com capacidade para 10 retortas uma vez que desde a posição inicial à final existem 10 estágios.

Pormenorizadamente, os 10 estágios seriam:

- Estágio 1 (posição inicial) – serve apenas para colocar a retorta na plataforma;
- Estágio 2 – lavagem da retorta com jatos de água durante 5min;
- Estágios 3 e 4 – posições destinadas para que a retorta escorra o excesso de água;
- Estágios 5, 6 e 7 – destinados à secagem da retorta por injeção de ar quente na mesma, com duração de 5 minutos por estágio;
- Estágio 8 – Carregar retorta;
- Estágio 9 e 10 – nestas posições a retorta ficará em espera para ir ao forno (função de estante). Sendo que, só pode ser retirada da plataforma na posição 10 para que se garanta que a primeira a ser carregada é a primeira a ir ao forno.

O modo de funcionamento terá que obedecer a duas condições fundamentais, o acionamento por parte do operador é obrigatório, e o mesmo só será possível após o término do tempo de ciclo definido (5 minutos). Sendo que a máquina apenas foi sumariamente idealizada, os tempos definidos terão ainda que ser testados, visto que foram definidos apenas com base nos ensaios de limpeza com jatos de água à pressão já efetuados, sendo que o tempo de secagem com ar quente é incógnito, se este ultrapassar os 5 minutos fará com que haja um aumento do tempo de ciclo.

Como referido, há tarefas realizadas apenas periodicamente. A estanquicidade deverá ser feita após a limpeza, ou seja, quando esta atingir o estágio 8 não deve ser carregada e deve seguir até ao estágio 10 nestas condições (limpa e descarregada) para que posteriormente seja retirada da plataforma e seja efetuada a verificação da estanquicidade.

Tem-se ainda uma outra exceção, quer no final de semana quer nas férias, a SRAMPORT suspende a produção. Com isto, no primeiro dia de trabalho, as retortas estão todas descarregadas e é necessário carregá-las, bem como os fornos. Sendo a plataforma de limpeza incapaz de suportar todas as retortas existentes na secção de TTD será necessário que exista uma estante preferencialmente para retortas sujas, isto é, quando a plataforma de limpeza está cheia e é final de semana ou início de férias, as retortas não podem ser carregadas, ou seja, terão que parar no estágio 8. Por isso, é necessário que haja um sítio para colocar as retortas que forem descarregadas e não tenham lugar na plataforma, seguindo para a plataforma apenas no arranque da semana de trabalho para serem limpas e posteriormente carregadas à medida que as lá existentes sejam carregadas nos fornos.

As retortas devem ser enviadas para a estante sempre que a plataforma de limpeza está lotada e hajam retortas em espera para descarregar

6.2.2. Limpeza com escovilhão

De igual modo ao processo anteriormente proposto, a limpeza da retorta, bem como o carregamento da mesma, é independente da descarga, sendo este um fator importante como foi analisado no capítulo 3.4.

Nesta proposta o processo seria o mais idêntico, comparativamente ao atual, e consequentemente requerendo menor investimento.

A limpeza com escovilhão seria efetuada após a descarga no cavalete destinado à carga e antes do carregamento da retorta.

O escovilhão será ligado a um cabo de forma a ter comprimento suficiente para atingir o fundo da retorta e será acionado de forma automática para que atinga o número de rpm sugeridas pelo fornecedor e assim consiga limpar os resíduos do interior da retorta.

Nesta fase, pensa-se que será um mecanismo simples em que a retorta está colocada na vertical. O escovilhão tem um mecanismo de subida e descida para poder entrar e sair da retorta. Após a retorta ser escovada inclinar-se-á como se de uma descarga se tratasse para que os resíduos sejam extraídos.

6.3. Descarga das retortas

Como referido anteriormente a solução proposta para este problema é a automatização da descarga, bem como torná-la independente da carga uma vez que o cavalete atual está sobrelotado.

Espera-se um aumento da qualidade do processo, reduzindo defeitos internos devido à não separação do cimento. Espera-se que com uma descarga mais lenta e faseada o processo de lavagem das peças tratadas seja mais rápido e eficaz, uma vez que por vezes as peças têm que ser lavadas duas ou três vezes para que fiquem completamente isentas de cimento

6.4. Transporte da retorta do forno para a banca de arrefecimento

Considerou-se que a ideia apresentada no capítulo 4 é a única solução para combater o risco associado ao transporte de retortas a altas temperaturas para a banca de arrefecimento com auxílio da ponte rolante.

Apesar de ser uma ideia por testar, uma vez que ainda não se concluiu o projeto, nem se adjudicou uma nova banca, pensa-se que poderá resultar muito bem. Uma vez que não foi testado, pensa-se começar apenas por uma banca de 5 posições, ou seja, serão necessárias duas bancas para que se tenham as 10 posições atuais de arrefecimento. Caso de verifique o desempenho esperado proceder-se-á à elaboração da segunda banca.

É também importante repartirem-se as posições de arrefecimento por duas bancas, devido a problemas que possam surgir na bancada e quando esta tenha que ir para a manutenção, ficando inutilizável. Sendo a probabilidade de as duas bancas avariarem

simultaneamente ínfima, assegurar-se-á assim, ainda que não a 100%, que a produção não pare.

O processo de arrefecimento manter-se-á idêntico ao atual. A única alteração nesta tarefa é o transporte da retorta do forno para a banca ser efetuada apenas com o carro de transporte.

6.5. Redefinição do Layout

Tendo em conta todas as restrições de espaço existentes, sugeriu-se um novo layout, sendo que este só pode ser finalizado após a definição do novo processo pois todas as ideias propostas implicam pequenas alterações.

Foi idealizado um layout para o atual processo, Figura 18.

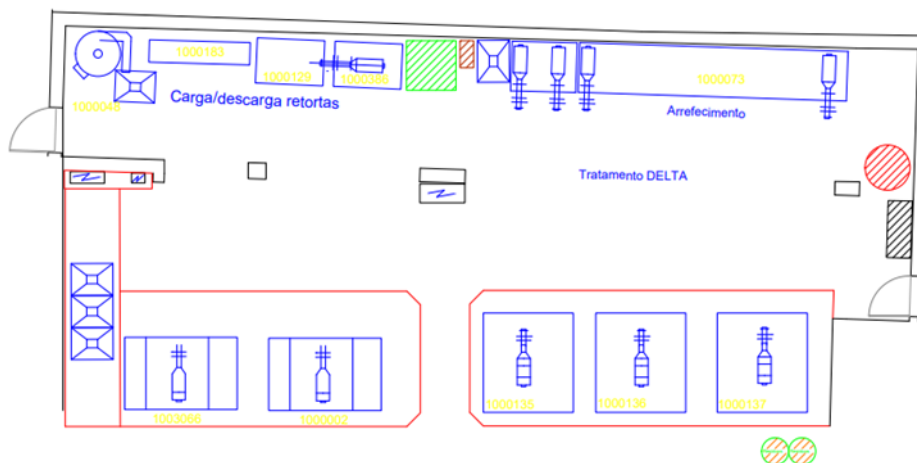


Figura 18 - Proposta novo layout.

6.6. Novas propostas de processo e respetivo layout

6.6.1. Limpeza com jatos de água

Para esta proposta apresentou-se um novo layout apresentado na Figura 19.

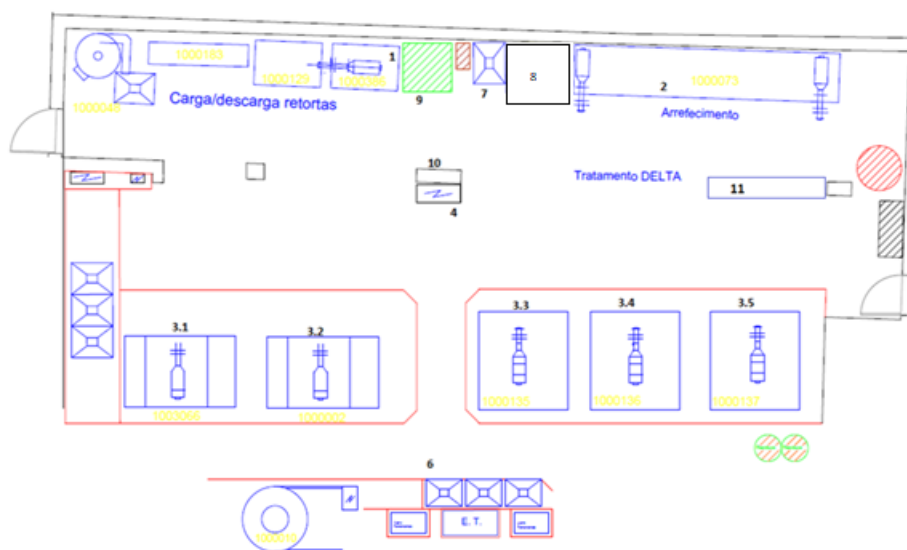


Figura 19 - Novo layout para a limpeza feita com água.

Tendo em conta o novo layout apresentado e o novo método de limpeza, foi definido um novo fluxo para o processo, que é seguidamente discriminado:

- 1) Chegada de um novo lote para tratamento ao local 6;
- 2) Registo do lote na consola 4;
- 3) Transporte do lote da posição 6 para a zona de carga (local 7);
- 4) Carregar retorta – local 8 (estágio 8):
 - a. Pesar peças de acordo com o calculado na consola;
 - b. Validar a carga na consola (local 10);
 - c. Adicionar o cimento:
 - i. Cimento corrigido: pesar o cimento a reutilizar e ver se está dentro dos parâmetros definidos no modo operatório, se necessário fazer ajustes com os produtos situados no local 10;
 - ii. Cimento novo: fazer novo cimento com os produtos situados no local 10.
 - d. Introduzir as peças + cimento dentro da retorta com auxílio do funil e da ponte rolante
 - e. Fechar a retorta com o bujão
- 5) Preenchimento do cartão delta

- 6) Verificar se há algum forno livre:
 - a. Caso haja, carregar o forno;
 - b. Se não houver, deixar a retorta em espera
- 7) Quando houver um forno livre (locais 3) colocar a retorta no forno para tratamento térmico:
 - a. Colocar a retorta no carro de transporte com auxílio da ponte rolante;
 - b. Carregar o forno;
 - c. Arrumar o carro de transporte (local 11)
- 8) Após o tempo de tratamento térmico, descarregar o forno:
 - a. Descarregar do forno para o carro de transporte;
 - b. Colocar retorta do carro diretamente para a banca de arrefecimento, local 2 (onde ficará o tempo estabelecido no MO até poder ser descarregada)
- 9) Colocar a retorta na zona de descarga, local 1, com auxílio da ponte rolante
- 10) Descarga da retorta:
 - a. Desapertar o bujão;
 - b. Inspeccionar a garganta da retorta, caso tenha peças, limpar;
 - c. Ligar o peneiro, o tapete e a secadora (dependendo das peças);
 - d. Acionar a descarga automática
- 11) Após a descarga estar finalizada, com o auxílio da ponte rolante, colocar a retorta na plataforma de limpeza (local 8 – estágio 1) para que seja feita a limpeza, a secagem e o carregamento da retorta;
- 12) Inicia-se novamente o carregamento da retorta que está no estágio 8 repetindo-se o ciclo a partir da tarefa 4. Este ciclo é repetido até o término do lote e, após este, recomeça-se de novo a partir da tarefa 1.

6.6.2. Limpeza com escovilhão

O layout correspondente a esta proposta está apresentado na Figura 20 e passaria a obedecer ao seguinte procedimento:

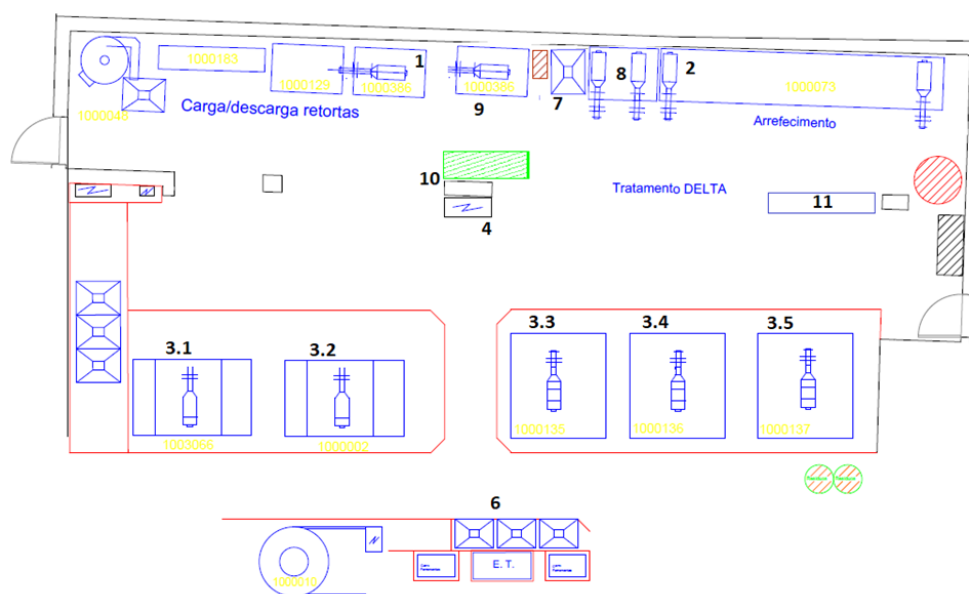


Figura 20 - Novo layout para a limpeza feita com o escovilhão.

- 1) Chegada de um novo lote para tratamento ao local 6;
- 2) Registo do lote na consola localizada no local 4;
- 3) Transporte do lote da posição 6 para a zona de carga (local 7);
- 4) Carregar a retorta – local 9
 - a. Pesar peças de acordo com o calculado na consola;
 - b. Validar a carga na consola (local 10);
 - c. Adicionar o cimento:
 - i. Cimento corrigido: pesar o cimento a reutilizar e ver se está dentro dos parâmetros definidos no modo operatório, se necessário fazer ajustes com os produtos situados no local 10;
 - ii. Cimento novo: fazer novo cimento com os produtos situados no local 10.
 - d. Introduzir as peças + cimento dentro da retorta com auxílio do funil e da ponte rolante
 - e. Fechar a retorta com o bujão
- 5) Preenchimento do cartão delta
- 6) Verificar se há algum forno livre:
 - a. Caso haja, carregar o forno;

b. Caso contrário colocar a retorta no lugar definido para as retortas carregadas na estante (local 8) com auxílio da ponte rolante.

7) Quando houver um forno livre (locais 3) colocar a retorta no forno para tratamento térmico;

a. Colocar a retorta no carro de transporte com auxílio da ponte rolante;

b. Carregar o forno;

c. Arrumar o carro de transporte (local 11)

8) Após o tempo de tratamento térmico, descarregar o forno:

a. Descarregar do forno para o carro de transporte;

b. Colocar retorta do carro diretamente para a banca de arrefecimento, local 2 (onde ficará o tempo estabelecido no MO até poder ser descarregada)

9) Colocar a retorta na zona de descarga, local 1, com auxílio da ponte rolante

10) Descarga da retorta:

a. Desapertar o bujão;

b. Inspeccionar a garganta da retorta, caso tenha peças limpar;

c. Ligar o peneiro, o tapete e a secadora (dependendo das peças);

d. Acionar a descarga automática

11) Após a descarga estar finalizada, com o auxílio da ponte rolante, colocar a retorta na zona destinada à sua limpeza e posterior carregamento (local 9);

a. A limpeza é efetuada com um escovilhão

12) Quando limpa, retomar à tarefa 4 até o lote estar concluído manter o ciclo, após terminado recomeçar na tarefa 1.

Este procedimento obedece apenas ao ciclo mais habitual sendo que, existem exceções. Definiu-se que as retortas só vão à máquina de limpeza e carregamento quando for efetivamente para ser feito um carregamento, há a exceção da verificação da estanquicidade que deverá ser feita com a retorta limpa e vazia.

Limitou-se ainda o número de retortas carregadas à espera de forno para o máximo de 4, havendo um espaço destinadas a estas na estante.

Na situação de final de semana ou início de férias, em que não seja permitido carregar retortas, estas devem ser transportadas para a estante onde permanecerão até ao novo arranque, no qual serão limpas e carregadas

7. CONCLUSÕES

Esta dissertação incidiu na reestruturação e otimização do processo de Tratamento Térmico Delta, cujo principal objetivo era a melhoria das condições de trabalho dos colaboradores.

O Tratamento Térmico Delta tem como objetivo revestir alguns dos componentes da corrente com uma camada de carbonetos de crómio. A deposição desta camada conferirá uma maior resistência ao desgaste dos componentes tratados por intermédio da criação de uma camada resistente, dura, compacta e aderente.

Os componentes a tratar são introduzidos na retorta juntamente com o cimento. O tratamento inicia-se quando a retorta vai ao forno. Ocorrem diversas reações químicas, que levam à difusão do crómio, ligação ao carbono existente no aço e deposição da camada de crómio duro na superfície das peças de aço. Os catalisadores, a alumina e o cloreto de amónio, vão ajudar os iões de crómio a difundirem-se na superfície das peças e a ligarem-se ao carbono existente na superfície do aço, originando a formação de carbonetos de crómio.

Quanto à qualidade do processo, tem sido alvo de diversas melhorias e é entendido, por parte da empresa, que satisfaz de forma adequada o tratamento.

Contudo, quanto à limpeza e qualidade das condições de trabalho da célula de produção do Tratamento Delta, é um dos poucos processos que não está alinhado com as práticas típicas da empresa, de higiene e segurança. Razões pelas quais nesta dissertação foi feito o estudo da melhoria das condições de trabalho da célula de produção do Tratamento Delta.

Para o efeito, foi constituído um grupo heterogéneo inicialmente, onde foram discutidas e tomadas todas as decisões ao longo do estágio.

Na fase inicial foram identificados os seguintes riscos/problemas:

- Método de limpeza das retortas;
- Teste de estanquicidade;
- Transporte de cargas pesadas a altas temperaturas, via aérea;
- Processo de descarga, peneiramento e lavagem;

- Aspiração de fumos e pó;
- Redefinição de layout.

Para cada problema identificado foram estudadas várias soluções que foram comparadas tendo em conta diversos aspetos, nomeadamente a sua eficácia, viabilidade e, quando possível, os custos associados.

As soluções encontradas para cada um dos riscos são:

- Para o método de limpeza das retortas, a limpeza com jatos de água à pressão ou um escovilhão industrial;
- Para o teste de estanquicidade, o método de queda de pressão;
- Para o transporte via aérea de cargas pesadas a altas temperaturas este foi diminuído, a retorta do forno sai para o carro de transporte e deste diretamente para a nova banca de arrefecimento, projetada com esta finalidade, diminuindo ainda o tempo de realização da tarefa;
- Para o processo de descarga, peneiramento e lavagem a solução encontrada foi a automatização da descarga. Esta trará benefícios uma vez que não é controlada pelo operador, ou seja, para além de este poder executar outras tarefas em simultaneamente é sempre executada do mesmo modo, de forma lenta e faseada para que se garanta uma limpeza eficaz das peças. Outrora, estas, parte das vezes, tinham que ser lavadas mais do que uma vez porque a limpeza não era bem feita na primeira passagem. Espera-se assim uma otimização do seu tempo;
- Para a aspiração de fumos e pós foi pedido um orçamento de um novo sistema de exaustão tanto para a zona da descarga como para a zona dos fornos. O novo sistema de exaustão de pó, proposto pelo fornecedor para a zona de descarga implica o isolamento da área (com uma cabine ou cortinas) de modo a impedir que os pós se difundam em toda a atmosfera e sejam aspirados para um silo. Quanto à exaustão dos fornos, em paralelo com o novo layout, foi proposta uma nova exaustão em linha para os fornos, uma vez que estes se encontram nesta disposição e ainda o redimensionamento do tamanho das campânulas, uma vez que estas eram pequenas;
- Para o layout este foi concebido com intuito de sequenciar, tanto quanto possível, o processo de TTD. Ganhou-se espaço, reorganizou-se a disposição dos equipamentos, de modo a desencadear uma sequência mais lógica;

O conjunto de melhorias propostas visam não só alcançar um ambiente de trabalho mais saudável, minimizando os riscos a que os trabalhadores estão sujeitos, mas também melhorar a produtividade nos diferentes processos analisados.

Com base no estudo desenvolvido foram apresentadas duas possíveis soluções associadas à melhoria das condições de trabalho, em que apenas difere o método de limpeza das retortas – jatos de água à pressão ou com um escovilhão. Consoante o método de limpeza definir-se-á o layout final.

Ficou por avaliar a possível eficácia do processo que implica a utilização do escovilhão e, caso este seja positivo, avaliar os custos de manutenção do mesmo uma vez que é um utensílio que irá sofrer desgaste. É ainda necessário avaliar o custo da plataforma de limpeza e compará-lo com o custo do escovilhão, a longo prazo. Quanto ao método de estanquicidade por queda de pressão seria viável a automatização do mesmo. Terá ainda que se proceder à verificação das medidas da banca de arrefecimento bem como os ajustes ao carro de transporte.

A nível pessoal, considero que este estágio foi uma mais-valia para o meu percurso enquanto aluna de mestrado. Permitiu o ganho de uma visão e experiência que só é adquirida quando se lida diretamente no meio industrial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APSEI - Associação Portuguesa de Segurança. (2019). Retrieved August 10, 2019, from <https://www.apsei.org.pt/areas-de-atuacao/seguranca-no-trabalho/o-ruído-no-local-de-trabalho/>
- DGS. (2019). Programa Nacional de Saúde Ocupacional - SNS. Retrieved April 23, 2019, from <https://www.dgs.pt/saude-ocupacional/organizacao-de-servicos-de-saude-do-trabalho/requisitos-de-organizacao-e-funcionamento/atividades/gestao-do-risco-profissional.aspx>
- Figueira, J., & Amora, J. (1997). *Fornos de Tratamento Delta*. Universidade de Coimbra.
- Gomes, I., & Ferreira, P. (1992). *Manual do Equipamento - Fornos de Tratamento Delta*. Coimbra.
- MTSS. (2006). Decreto-Lei nº182/2006 de 6 de Setembro - “Prescrições mínimas de segurança e saúde respeitantes à exposição dos trabalhadores aos riscos devido ao ruído.” *Diário Da Republica*, 6584–6593.
- Sutton, M. (2016). Global Bicycle market expected to reach \$59.9 billion by 2021, says Lucintel report. Retrieved August 29, 2019, from <https://cyclingindustry.news/global-bicycle-market-expected-to-reach-59-9-billion-by-2021-says-lucintel-report/>
- Wikipédia - Definição de Estanquicidade. (2019). Retrieved April 20, 2019, from <https://pt.wikipedia.org/wiki/Estanqueidade>

ANEXO A

Gama de Tratamento Térmico Delta						
Peça	Cartão Delta	Carga [kg]	Nºmáximo passagens cimento	Temperatura [°C]	Tempo total de forno [h]	Tempo arrefecimento [h]
700 16	Imp.74	50	5 - Crómio Novo	980	4	5
700 18	Imp.73		5 - Crómio recuperado			
702 13*	Imp.72	40**	3 - Crómio Novo	980	4	3h30
702 15*						
702 17*						
702 18*						
702 20*						
702 21*						
703 10	Imp.272	50	5 - Crómio Novo	980	4	5
703 11	Imp.273		5 - Crómio recuperado			
703 12	Imp.274					
703 13	Imp.290					
705 10*	Imp.275	40**	2 - Crómio Novo	980	4	3h30
705 11*						
708 10*	Imp.275	40**	<u>Não usar crómio recuperado</u>	980	4	3h30
708 13*						
708 15*						
708 16*						
815 23	Imp.216	30	3 - Crómio Novo	980	4	3h30
815 24			2 - Crómio recuperado			
815 26						
500 27	Imp. 215	20	3 - Crómio Novo	980	1h30m PM 100002	3h30
500 35			2 - Crómio recuperado		1h30m PM 1000137	
500 37					2h PM 1000136	
500 38					2h PM 1000135	
					2h PM 1003066	
*Para os eixos 702, 705 e 708 devem usar sempre as retortas mais recentes.						
** Caso a carga seja inferior a 30kg devem pedir uma gama extra standard ao chefe de turno.						
O tempo total de tratamento é diferente						
ELABORAÇÃO:		Cláudio Silva		APROVAÇÃO:		Eugénia Martins

ANEXO B

8- Descarga das retortas

8.1- Com a ajuda da ponte rolante e mecanismo de movimentação de retortas colocar a retorta no suporte de carga/descarga, posicionar a retorta numa posição horizontal ligeiramente inclinada para trás.



Foto 22

8.2- Retirar o bujão e verificar, com o auxílio de uma lanterna, se existem eixos do lado de fora da sede da retorta, caso existam retirá-los para o refugo e descarregar a retorta à parte. A operação de descarga é para ser feita de uma forma lenta e progressiva, a fim de permitir um peneiramento mais eficaz e uma melhor recuperação do cimento.

Nota: Verificar o funcionamento do bujão e o número de passagens, caso se detete alguma anomalia no bujão ou tenha 10 passagens transportá-lo até à Manutenção.

8.3- No final da descarga bater muito bem a retorta com o intuito de a limpar completamente.

8.4- A seguir à limpeza da retorta, limpar o peneiro de forma a não haver restos de cimento ou qualquer tipo de peça.

8.5- Guardar, nas prateleiras dos fornos a gás, os cimentos em sacos de plástico devidamente identificados com o n.º do cimento, com o n.º de passagens feitas e se é um cimento com crómio recuperado ou com crómio novo.

9- Manutenção

9.1- A cada 10 passagens os bujões são enviados à manutenção para revisão, após a revisão são enviados ao posto de trabalho e é rubricado o impresso Imp.76 a fim de validar a intervenção.

9.2- Verificar se o diâmetro do bujão é superior a 95mm.

9.3- A estanquicidade das retortas deve ser verificada de 20 em 20 passagens e aquando da receção de novas retortas.

Nota: Qualquer anomalia detetada nas retortas e bujões, deve ser transmitida com o maior detalhe possível à Manutenção.

ELABORAÇÃO:	CLÁUDIO SILVA	APROVAÇÃO:	EUGÉNIA MARTINS
--------------------	---------------	-------------------	-----------------

ANEXO C

SRAM	MODO OPERATÓRIO	PORTUGAL	
MO.TTD.3	Recuperação de Crómio	DATA:	23/02/2015
REVISÃO 0		PÁGINA:	1/2

1. Higiene e Segurança

EPI'S OBRIGATÓRIOS



- Só operários com formação (funcionamento e segurança) devem trabalhar com a máquina;
- Antes da colocação da máquina em funcionamento, certifique-se que a área de trabalho se encontra desimpedida;
- Uma vez que existe o perigo de contacto com substâncias químicas, é obrigatório o uso de luvas, bem como o uso de máscara ao descarregar os sacos (exposição ao crómio em pó);
- Principais **Riscos e Perigos**: Consultar o documento TB.BAR.5 – Ficha de Avaliação de Riscos.

2. Gestão Ambiental

- Manter a zona de trabalho sempre limpa;
- Os panos absorventes sujos devem ser colocados no contentor de Absorventes Contaminados _ LER 150202

Ver procedimento P-4.5.AA – Procedimento da Não Conformidade Ambiental / Situações de Emergência e [Imp. 146 associado](#).

3. Verificações Iniciais

Verificar se existem 10 ou mais sacos plásticos de cimento usado no TTD.

4. Operação de lavagem

- 4.1 – Carregar a tupa 1000134 com cimento de 10 sacos.
- 4.2 – Colocar o cimento na tupa 1000134, a cuba da tupa a 45º e lavar o crómio com água corrente durante 15 min.
- 4.3 – Fechar a água, parar a tupa, baixar a cuba e escorrer a água sem derramar o cimento.
- 4.4 – Recolocar a cuba a 45º, adicionar 1 dl de [ferrugem](#), encher a cuba de água.
- 4.5 – Lavar durante 5 min.

4.6 – Lavar com água corrente durante 5 min.

4.7 – Com um rodo descarregar o cimento lavado para as caixas de secagem.

5. Operação de secagem – Secagem após lavagem

5.1 – Aquecer um forno TTD a 300 °C.

5.2 - Inserir dentro da retorta 40 kg de cimento para secar.

5.3 - Introduzir no forno a retorta, sem bujão, durante **1 hora**.

5.4 - Colocar o bujão e retirar a retorta.

5.5 - Descarregar para o peneiro após 30 min de arrefecimento.

5.6 - Passar o cimento pelo peneiro e armazená-lo dentro do bidão de crómio recuperado.

6. Operação de secagem – Todo o cimento que se encontra nas caixas por baixo dos fornos deve ser seco da seguinte forma:

6.1 - Aquecer um forno TTD a 300 °C.

6.2 - Inserir dentro da retorta 40 kg de cimento para secar.

6.3 - Introduzir no forno a retorta, sem Bujão, durante **30 min**.

6.4 - Colocar o bujão e retirar a retorta.

6.5 - Descarregar para o peneiro após 30 min de arrefecimento.

6.6 - Passar o cimento pelo peneiro e armazená-lo dentro do bidão de crómio recuperado.

ELABORAÇÃO:	ALEXANDRA FORTUNATO	APROVAÇÃO:	JOÃO PIRES
-------------	---------------------	------------	------------

APÊNDICE A

SRAM	MODO OPERATÓRIO	PORTUGAL	
MO.TTD.4	Estanquicidade Retortas Delta	DATA:	05-08-2019
REVISÃO 0		PÁGINA:	1/6

1. Higiene e Segurança

EPI'S OBRIGATÓRIOS DURANTE O FUNCIONAMENTO DA MÁQUINA E OPERAÇÕES DE INTERVENÇÃO.



Só operários com formação (funcionamento e segurança) devem trabalhar nesta área de trabalho.

- Antes da colocação das máquinas em funcionamento, certifique-se que a área de trabalho se encontra desimpedida;
- Principais Riscos e Perigos: Consultar o documento TB.TTD.1 – Ficha de Avaliação de Riscos.

2. Gestão Ambiental

- Manter a zona de trabalho sempre limpa; Evitar derrames no pavimento;
- Os panos absorventes sujos devem ser colocados no contentor de Absorventes Contaminados - LER 150202
- Se ocorrer um derrame limpar de imediato, segundo o MO.SGA.4

3. Objetivo

O presente modo operatório tem como objetivo descrever o procedimento para o teste de estanquicidade das retortas delta, cobrindo os seguintes pontos:

- Definição do teste
- Verificações iniciais antes da estanquicidade;
- Teste de estanquicidade;
- Avaliação dos resultados do teste.

4. Definição do teste.

O teste de estanquicidade é necessário de forma a avaliar se a retorta tem fugas. O método consiste em injetar ar comprimido e, depois, observar a queda de pressão num manómetro. Se houver queda de pressão significa que a retorta não está estanque.

O teste de estanquicidade deve ser feito sempre que:

- Chega uma nova retorta do fornecedor;
- Chega uma retorta proveniente da manutenção;
- É atingido o intervalo de passagens definido para o teste de estanquicidade;
- Se verificar algum problema ou não conformidade nas peças após descarga.

5. Verificações iniciais antes da estanquicidade

5.1. Observar a retorta e ver se tem alguma fissura exposta, *Figura 1*;



Figura 1- Exemplo de uma fissura exposta

5.2. Caso tenha, assinalar a zona. Após o passo **6.7** borrifar com água e sabão de forma a avaliar se existe fuga ou se a fissura é superficial;

6. Teste de Estanquicidade

6.1. Colocar a retorta no suporte para teste de estanquicidade, com auxílio da ponte rolante, Figura 2;

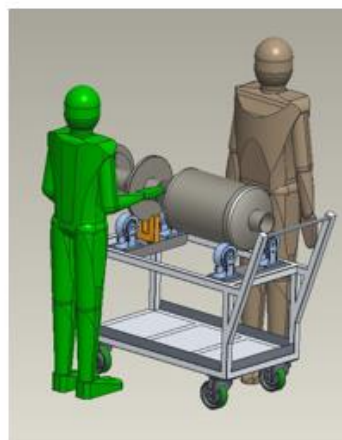


Figura 2 - Suporte para teste estanquicidade.

6.2. Colocar o bocal flexível na garganta da retorta, Figura 3;



Figura 3- Colocar bocal na garganta da retorta.

- 6.3. Ajustar e apertar bem o bocal para que não ocorram fugas entre o tubo flexível e a garganta da retorta, Figura 4;



Figura 4 - Apertar o bocal.

- 6.4. Ligar tubagem a uma tomada de ar comprimido.

Válvula 1 (entrada de ar comprimido) aberta; Válvula 2 (alívio de pressão) fechada – Figura 5;



Figura 5 - Representação das válvulas 1 e 2.

- 6.5. Deixar entrar ar comprimido até se atingir cerca de 1 bar (1 a 1.2 bar). Quando atingir 1bar fechar válvula 1;
- 6.6. Borrifar a zona de união entre o bocal flexível e a garganta para garantir que este está bem apertado e não há fugas de ar que comprometam os resultados, Figura 6;

- 6.7. Caso se verifique que há fugas em torno do bocal e da garganta (Figura 6) ajustar e/ou apertar mais o bocal. Voltar a repetir o passo 6.4, 6.5 e 6.6.

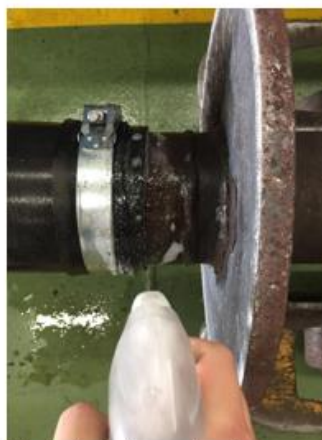


Figura 6 – Avaliação de fugas entre o bocal e a garganta.

- 6.8. Esperar pelo menos 5 minutos (não mais de 10 minutos) e verificar se ocorreu queda de pressão por observação do manômetro, Figura 7;



Figura 7 - Manômetro.

- 6.8.1. Queda de pressão maior que 0,2 bar – **Retorta não estanque**

- 6.8.1.1. Borrifar retorta e encontrar a/as fugas;
- 6.8.1.2. Identificar as fugas com um marcador;
- 6.8.1.3. Enviar retorta para manutenção.

6.8.2. Queda de pressão inferior a 0,2 bar, ou sem queda de pressão

6.8.2.1. Borrifar zonas de soldadura e outras zonas de potenciais fugas, Figura 8;



Figura 8 - Borrifar zonas de potenciais fugas.

6.8.2.2. Se forem encontradas fugas identificar as mesmas com um marcador;

6.8.2.3. Enviar retorta para manutenção dando a indicação de que é uma fuga menor (no pedido à manutenção).

6.9. Abrir válvula aliviadora de pressão (válvula 2), Figura 5;

6.10. Quando a pressão atingir 0 bar desapertar e retirar o bocal da garganta;

6.11. Guardar os acessórios do teste de estanquicidade no local definido, junto ao suporte de estanquicidade.

7. Resultados do Teste de Estanquicidade:

Se a retorta for considerada conforme: registo no impresso de seguimento das retortas Imp76. A retorta pode voltar ao circuito e ser carregada.

Se a retorta for considerada não conforme: enviar para a manutenção. Registo no impresso de seguimento das retortas Imp76.

