

TÉCNICAS DE REVESTIMENTOS ELECTROLÍTICOS

SEU CONTROLE E ESTUDO DOS SUBSEQUENTES TRATAMENTOS DE RESÍDUOS E AFLUENTES

ESTÁGIO INDUSTRIAL



FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Realizado por: Stéphanie Calheiros

Orientado por: Eng^a Paula Resende

Prof. Dr. Fernando Jorge Monteiro

669(047.3)
LEMM 1999/CALs



TÉCNICAS DE REVESTIMENTOS ELECTROLÍTICOS

SEU CONTROLE E ESTUDO DOS SUBSEQUENTES TRATAMENTOS DE RESÍDUOS E EFLUENTES

ESTÁGIO INDUSTRIAL



FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Realizado por: Stéphanie Calheiros

Orientado por: Eng^a Paula Resende

Prof. Dr. Fernando Jorge Monteiro

669 (047.3) / LEM 1999 / CALA

Universidade do Porto	
Faculdade de Engenharia	
Biblioteca	
Nº	68332
CDU	
Data	23 / 04 / 2007

ÍNDICE

<u>AGRADECIMENTOS</u>	1
<u>OBJECTIVO GERAL</u>	2
<u>IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA</u>	3
Cronologia – Da tradição ao novo milénio	
<u>ORGANIZAÇÃO DA EMPRESA</u>	6
<u>PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DO LATÃO</u>	9
<u>ANÁLISE DO PROCESSO DERMALLOY</u>	10
Objectivo	
Ensaio efectuado em célula de Hull	
Interpretações efectuadas a partir da observação das células de Hull	
Tabela de relacionamento	
Conclusão	
<u>CONTROLO DO PROCESSO DE NÍQUEL / CRÓMIO</u>	17
Objectivo	
Procedimento	
Conclusão	
<u>ACOMPANHAMENTO DA LABORAÇÃO DA ETAR</u>	19
Objectivo	
Esquema da ETAR da Valdemar dos Santos Lda	
Tratamentos de efluentes	
Lamas	
Preparação de reagentes	
Manutenção	
Separação de óleos	
Conclusão	
<u>RECUPERAÇÃO DE DESENGORDURANTES</u>	28
Objectivo	
Procedimento	
Conclusão	
<u>CONCLUSÃO GERAL</u>	30
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	31
<u>ANEXOS</u>	32

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer à VALSAN, na pessoa da Eng^a Paula Resende, responsável pela área da qualidade e ambiente, pela ajuda e disponibilidade cedida no decorrer deste estágio, não esquecendo no entanto de todas as pessoas que na VALSAN de um modo directo ou indirecto me ajudaram. O seu contributo, interesse e apoio durante a realização do relatório de estágio foram incondicionais.

Agradeço também ao Prof. Fernando Jorge Monteiro pela amabilidade e disponibilidade demonstrada durante o periodo de realização do meu estágio.

OBJECTIVO GERAL

Este relatório teve como principal objectivo descrever todo o trabalho por mim realizado durante os meses de estágio na Valdemar dos Santos Lda, de modo estruturado e explicito.

Por razões de ordem prática e para melhor servir as necessidades da empresa, este estágio passou por várias fases.

- Investigação sobre o funcionamento de um novo banho (Dermaloy)
- Controlo do processo tradicional de Níquel/Crómio
- Acompanhamento da laboração da ETAR
- Estudo da viabilização de um processo de recuperação de desengordurantes

IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

VALDEMAR DOS SANTOS LDA. **VALSAN**

A Valsan é uma empresa de Metalomecânica que desenvolve e produz artigos em latão. Destinada aos mercados interno e externo, a sua produção inclui ferragens, artigos para casa de banho, artigos para cortinas, artigos de iluminação, artigos decorativos, assim como peças avulsas à medida das necessidades dos seus clientes.

Após 75 anos de luta, a VALSAN divide-se hoje em seis grupos: Valsan Bath (acessórios para banho); Valsan Curtain (acessórios para cortinados); Valsan Hardware (ferragens para portas e janelas); Valsan Decor (artigos de decoração); Valsan Lighting (luzes decorativas); Valsan Industrial (componentes).

O factor humano foi sempre considerado a chave do sucesso para a Valdemar dos Santos Lda. Normas de comportamento e actuação perante os seus colaboradores mais directos, a massa laboral, através de uma filosofia de respeito e dedicação, assente em padrões de ética profissional.

A variedade de produtos passa a ser um factor indispensável. A actividade da Empresa é predominantemente industrial de produção de peças metálicas em latão para ferragens de portas, janelas e mobiliário, acessórios de casa banho, artigos de iluminação, acessórios de cortinas, artigos decorativos de quinquilharia geral e componentes para indústrias.



Hoje, a VALSAN com um volume de negócios superior a 2 milhões de contos, distribui os seus produtos em vários países como a Austrália, Japão, Canadá, E.U.A., Reino Unido, Holanda, França, Alemanha, Dinamarca, Noruega, Suécia, Bélgica e Espanha.

Estratégias empresariais foram estudadas para poder aproveitar as oportunidades do momento, permitindo explorar novos mercados internacionais. Integração mundial da investigação, da inovação e das actividades de marketing para aproveitar as vantagens comparativas e transformá-las em vantagens competitivas. A qualidade das estratégias sempre orientadas para o mercado, com objectivos de novas quotas e segmentos inexplorados, porque são a procura e o mercado que constituem a lógica de funcionamento de qualquer empresa e é definido o principal vector da política industrial que não pode deixar de ser a componente comercial.

Nos últimos anos a VALSAN tem investido em Investigação e Desenvolvimento para poder marcar uma posição firme em virtude do mercado concorrencial, actuando na melhor gestão e em novas e melhoradas políticas de marketing, comercialização e distribuição.

A qualidade não é apenas, afirmar ou assumir que o cliente tem sempre razão, e que é necessário satisfazê-lo, minimizando possíveis reclamações. Trata-se sobretudo de uma filosofia de actuação que se traduz em querer produzir bem à primeira vez, e de acordo com os padrões internacionais. A VALSAN trabalha com a norma ISO 9000. Para além das vantagens para o consumidor, o sistema de qualidade traz à VALSAN melhor organização da produção, uma redução de custos, uma maior produtividade no seu processo e reduz a possibilidade de reclamações, para além de defender a empresa.

Em colaboração com o Instituto das Tecnologias Ambientais, organismo dependente do INETI, a VALSAN tem investido em técnicas de produção mais limpa, (programa comunitário Cleaner Production), baseado numa estratégia ambiental preventiva, racionalizando tanto os consumos como as descargas para o ambiente.

CRONOLOGIA - DA TRADIÇÃO AO NOVO MILÉNIO

1923 Empresa fundada por Manuel dos Santos, no lugar de Brandariz em Perosinho. Esta pequena e dedicada unidade artesanal, com 14 operários, produzia por fundição ferragens artísticas para portas e mobiliário.

1929 A empresa move-se para o local actual (Loureiro-Perosinho).

1934 A empresa passa a designar-se por “Herdeiros de Manuel dos Santos”. Depois do falecimento de Manuel dos Santos.

1961 Valdemar dos Santos, passa a ser a nova designação da empresa.

1965 Já com 80 operários fabris, o mercado externo continua a ser o objectivo principal.

1973 A actual designação VALDEMAR DOS SANTOS LDA., passa a ser definitiva através da distribuição do capital da empresa entre os seus sócios.

1970/80 Desenvolvimento de uma nova gama diversificada de produtos: acessórios de casa de banho, acessórios para cortinados, produtos para iluminação e elementos para decoração.

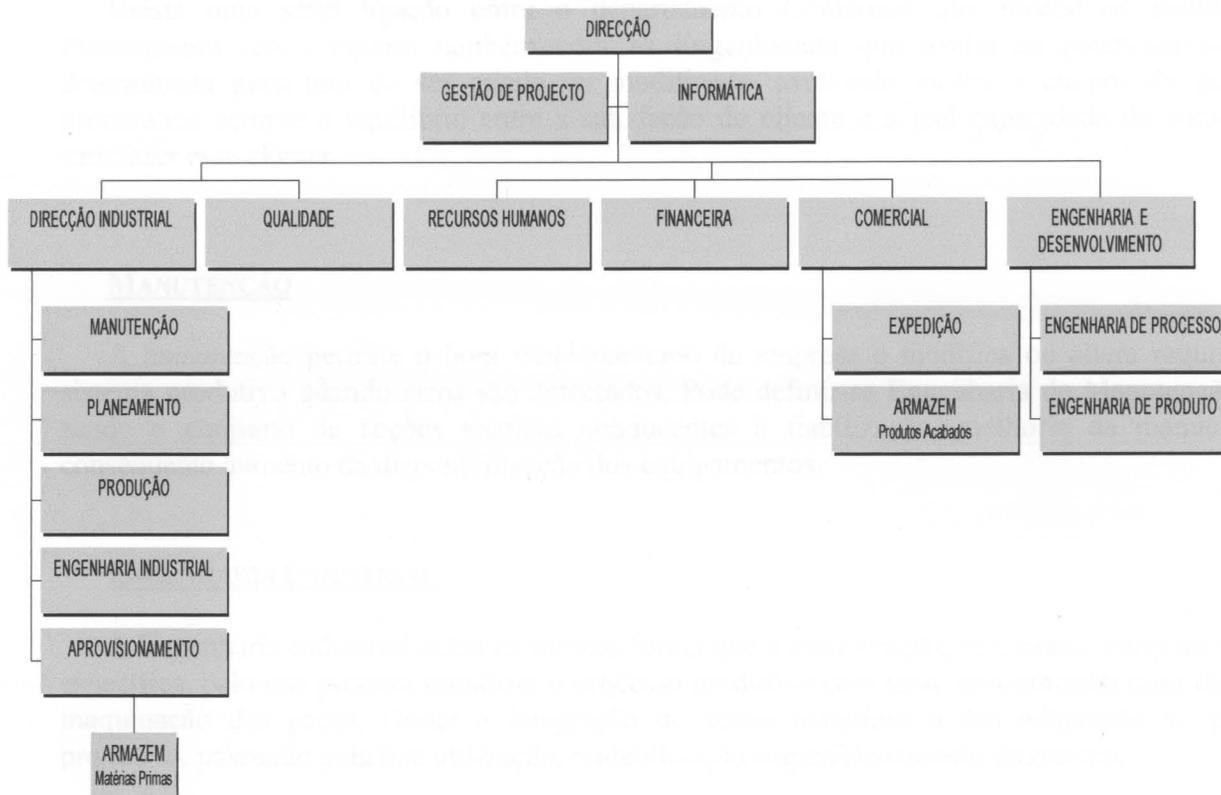
1979 Victor Santos, filho de Valdemar dos Santos passa à liderança da empresa.

1992 Criação da VALSAN UK LTD, em Inglaterra.

1995 Grandes investimentos em equipamento fabril e tecnológico.

1997 Criação da VALSAN CERAMICS LTD

ORGANIZAÇÃO DA EMPRESA



ENGENHARIA DE PRODUTO

Todo o processo de desenvolvimento de novas peças ao nível da sua concepção estética, ergonómica e funcional, todas as correcções necessárias até à fase de aprovação e gerir a base de dados do gabinete de desenho, para além de emitir orçamentos e fabricar as ferramentas necessárias à concepção de cada peça, são tarefas diárias. Gere, portanto a Serralharia de moldes, o projecto de ferramentas, o Gabinete de desenho e as estruturas do produto.

ENGENHARIA DE PROCESSO

A Eng. de processo estuda o processo de fabrico e faz arrancar a máquina produtiva desta empresa. Aspectos do processo de produção como furação, estampagem, punçonagem, fresagem corte e aparas são parametrizados neste sector. Também aqui, os desenhos são transformados em linhas de programação e depois em ordens de execução para os tornos mecânicos.

PLANEAMENTO

Existe uma séria ligação entre o departamento Comercial que recebe os pedidos e o Planeamento (em conjunto também com as Engenharias) que avalia as potencialidades que determinada peça tem de ser criada ou modificada, avaliando custos e tempos de produção, procurando sempre o equilíbrio entre a satisfação do cliente e a real capacidade da empresa em satisfazer esse cliente.

MANUTENÇÃO

A manutenção permite o bom funcionamento da empresa e modifica ou altera requisitos do sistema produtivo quando erros são detectados. Pode definir-se Engenharia de Manutenção como sendo o conjunto de acções técnicas conducentes à fiabilização, melhoria da manutenção e consequente aumento da disponibilização dos equipamentos.

ENGENHARIA INDUSTRIAL

A Engenharia Industrial actua da mesma forma que a manutenção, mas numa componente mais específica, pelo que procura satisfazer o processo produtivo com uma aproximação mais directa da maquinação das peças. Desde a integração de novas máquinas à sua adaptação ao processo produtivo, passando pela boa utilização, rentabilização e aperfeiçoamento da mesma.

PRODUÇÃO

Depois de recolhidos todos os dados das fases anteriores dá-se início à produção. Tudo começa com a matéria-prima (cavilha de latão), que passa por uma série de processos até se obter o produto acabado.

COMERCIAL

Fundamentalmente, um dos sectores mais importantes de qualquer organização empresarial. As estratégias de marketing, a avaliação da viabilidade de determinado projecto em virtude de determinado mercado, são motivo suficiente para que este departamento conduza o futuro da VALSAN. Cria políticas e estratégias para a prospecção de novos mercados e planos de marketing. Garante todo o processo de facturação, codificação e introdução de dados no sistema informático e gestão da expedição e do armazém de produtos acabados.

FINANCEIRA

Toda a panóplia de considerações financeiras e fiscais são controladas ao nível da Contabilidade Geral, Contabilidade Analítica, Contabilidade Orçamental, Tesouraria.

APROVISIONAMENTO

Tal como em qualquer empresa, um sector de aprovisionamentos com o respectivo armazém de matérias primas é algo de necessário. Este departamento para além de fornecer utensílios e ferramentas, material de escritório, acessórios de limpeza, está directamente relacionado com a direcção industrial, à qual assegura os stocks de matéria prima e gere a carteira de fornecedores. É no fundo responsável por todo o processo de compra.

RECURSOS HUMANOS

Os Recursos Humanos são a chave vital numa organização. O normal funcionamento, com eficiência e rapidez, exige recursos humanos suficientes e qualificados que permitam a prestação de serviços de qualidade e o desenvolvimento da empresa para níveis mais elevados.

GESTÃO DE PROJECTO

A gestão do novo projecto informático corresponde à integração do MOVEX, um software de gestão integrada para sistema AS/400. Tudo isto passa pela reformulação da rede informática. Qualquer projecto tem uma dimensão técnica que é preciso conhecer e desenvolver adequadamente e que depende da natureza da operação.

INFORMÁTICA

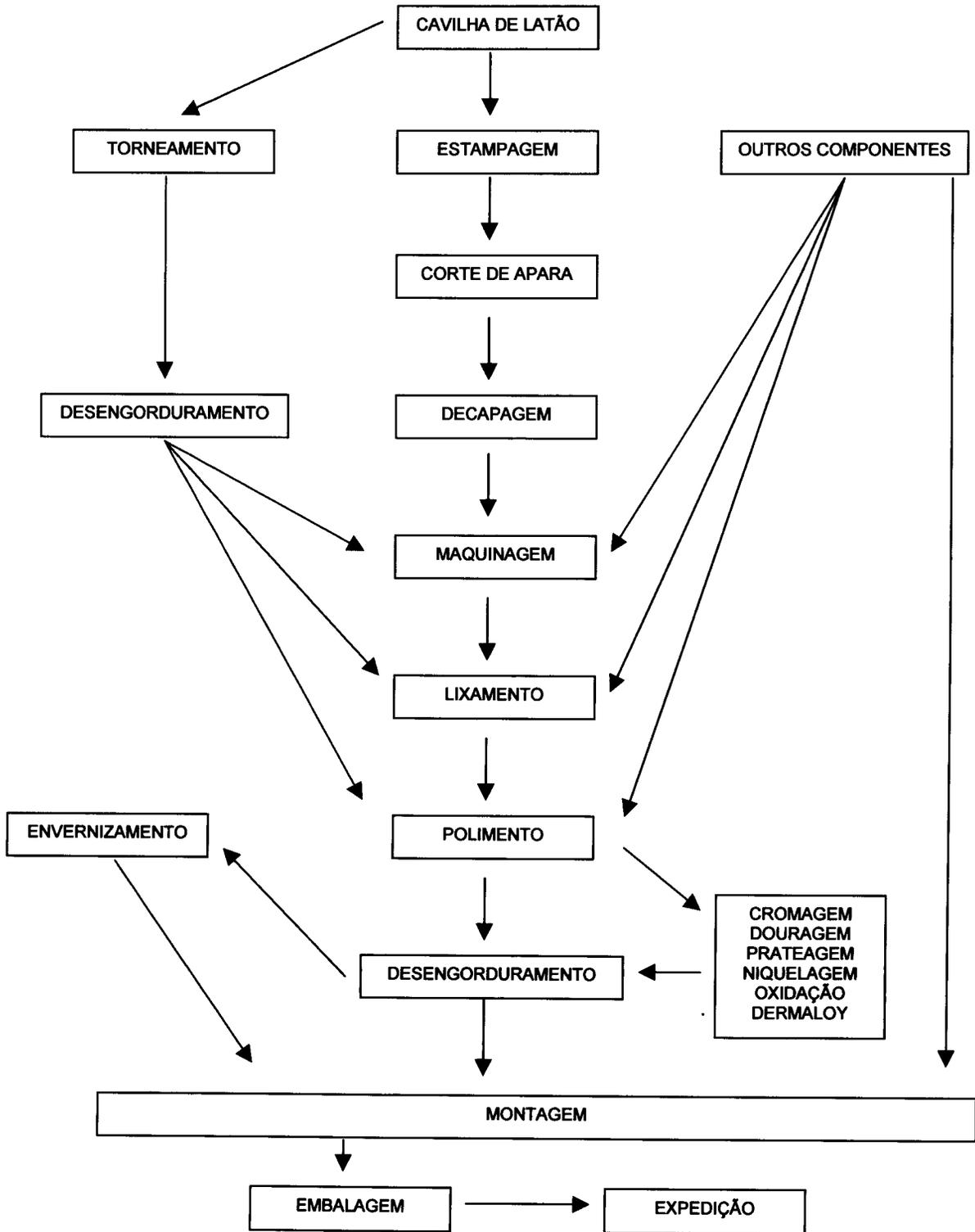
Para a VALSAN, o Departamento de Informática veio sobretudo garantir a estabilidade e funcionalidade do sistema informático ao gerir a sua boa manutenção e apoiando os utilizadores na correcta e eficaz exploração deste.

QUALIDADE

A Qualidade desenvolve acções inerentes à definição do sistema geral da qualidade garantindo a sua aplicação e implementação. Acompanha os eventuais custos da obtenção dos níveis de qualidade e determina a possibilidade de aquisição de equipamento de inspecção de medição e ensaio para o laboratório. A sua colaboração com a direcção e os restantes departamentos é constante para que os parâmetros definidos sejam um alvo para toda a empresa. O sistema de qualidade da VALSAN obedece à norma NP EN ISO 9001.

PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DO LATÃO

Este fluxograma indica todos os processos de transformação possíveis, ou seja, o percurso desde a matéria prima até ao produto acabado.



Variação de KCN

G₁ – 2 g/l
G₂ – 4 g/l
G₃ – 10 g/l
G₄ – 20 g/l

Variação de KOH

H₁ – 10 g/l
H₂ – 20 g/l
H₃ – 30 g/l

Variação de Abrilhantador

I₁ – 8 ml/l
I₂ – 16 ml/l
I₃ – 32 ml/l

Variação de Tensoactivo

J₁ – 16 ml/l
J₂ – 20 ml/l

Variação de Sn

K₁ – 10 g/l
K₂ – 20 g/l

Variação de cianeto de Cu

L₁ – 10 g/l

Variação de cianeto de Zn

M₁ – 2 g/l
M₂ – 10 g/l

Condições de ensaio com excesso dos vários constituintes do banho e eventuais soluções

Banho de Dermaloy com excesso de Sn

I - 10 g/l Sn
Solução I a) - 1 g/l CuCN

Banho de Dermaloy com excesso de Cu

II - 10 g/l Cu
Soluções II a) - 10 g/l KCN
II b) - 20 g/l KCN
II c) - 30 g/l KCN

Banho de Dermaloy com excesso de Zn

III – 2 g/l Zn
Soluções III a) – 20 g/l KCN
III b) – 20 g/l KCN + 1 g/l CuCN
III c) – 30 g/l KCN + 1 g/l CuCN
III d) – 40 g/l KCN + 1 g/l CuCN

Banho de Dermaloy con excesso de KOH

IV – 20 g/l KOH
Solução – Provavelmente um aumento da temperatura.

INTERPRETAÇÕES EFECTUADAS APARTIR DA OBSERVAÇÃO DAS CÉLULAS DE HULL

A) Influência da densidade de corrente (i) na variação das percentagens de metais depositados (a densidade de corrente será aqui indicada como DDC)

Consoante as concentrações dos metais, podemos deduzir o intervalo de densidade de corrente do banho de Dermaloy

$$\begin{aligned} \text{DDC máx.} & - 3 \text{ A/dm}^2 \\ \text{DDC min.} & - 0,3 \text{ A/dm}^2 \end{aligned}$$

Observações:

1) Influência de uma alta densidade de corrente ($>3 \text{ A/dm}^2$)

Podemos observar que haverá uma deposição mais acentuada de Cu do que de Sn.

2) Influência de uma baixa densidade de corrente ($<0,3 \text{ A/dm}^2$)

Podemos observar uma deposição de aspecto leitoso, devido à não uniformização da estrutura de deposição.

Conclusão

Ao longo do nosso estudo o intervalo indicado pode ainda sofrer algumas alterações. De facto, consoante as concentrações dos componentes do banho, se sairmos deste intervalo corremos o risco de ter um depósito avermelhado (depósito mais concentrado em Cu), ou então uma deposição de aspecto leitoso (deposição pouco uniforme).

Iremos ter que diminuir o intervalo de densidade de corrente de trabalho, para não correremos o risco de se obter uma deposição aleatória.

B) Influência da agitação do banho

A influência da agitação é menor, no entanto permite obter uma regularização da estrutura dos depósitos de bronze.

Sem agitação, observamos uma concentração importante em Cu no depósito (depósito avermelhado).

Conclusão

A agitação terá um papel secundário no bom funcionamento do banho, no entanto, poderá ter uma função importante na regularização das composições metálicas do depósito.

C) Influência da Temperatura

Podemos observar que a temperatura tem um papel importante tanto no funcionamento do banho como também na homogeneidade dos revestimentos de ligas metálicas.

Com uma temperatura de 50°C (baixa), obtemos uma deposição avermelhada, que com o aumento da temperatura diminui. No entanto, a uma temperatura de 70°C (alta) observamos um embaciamento do depósito de bronze.

Conclusão

A temperatura ideal de trabalho, conforme os resultados das análises é de cerca de 60°C.

D, E) Influência das contaminações metálicas

a) Contaminação de Ni

Podemos observar dois fenómenos importantes.

- Depósito com tonalidade diferente (aproxima-se do preto)
- Falta de penetração

b) Contaminação de Cr⁶⁺

Observamos uma incapacidade de deposição dos componentes metálicos.

Conclusão

As contaminações metálicas terão tendência a:

- variar a tonalidade do depósito de bronze (preto, no caso da contaminação de Ni)
- diminuir o poder de penetração (no caso da contaminação de Cr⁶⁺)

De um modo geral, os efeitos das contaminações metálicas observam-se nas baixas DDC, aumentando com a concentração da impureza metálica.

F) Influência das contaminações orgânicas (pasta de polir)

Com a presença de impurezas orgânicas podemos observar uma viragem de tonalidade. De facto, o Sn praticamente não deposita, ao contrário do Cu e do Zn. Podemos também verificar que com o aumento da contaminação há um embaciamento do depósito.

Conclusão

Este tipo de contaminação verifica-se nas altas DDC com uma deposição preferencial de Cu e Zn. Com o aumento desta contaminação verificou-se o fenómeno das “Estrias”.

G) Influência do Cianeto de Potássio

Este composto favorece a deposição preferencial do Sn. Com o aumento da deposição do Sn podemos observar a diminuição da concentração de Cu nas altas DDC. Permite também aumentar o poder de penetração dos compostos.

Conclusão

Podemos observar que este composto favorece a deposição do Sn.

H) Influência do Hidróxido de Potássio

Em paralelo ao aumento da concentração de KOH, podemos observar um aumento da deposição de Cu e de Zn nas altas DDC, como também uma deposição acastanhada nas baixas DDC.

Conclusão

Este composto, para além das outras funções, permite uma deposição preferencial de Cu e de Zn. No entanto, com a elevação da concentração de KOH obtem-se um depósito bastante “queimado”, principalmente nas baixas DDC.

I) Influência do Abrilhantador

O Abrilhantador permite uma ligeira regularização da deposição sobretudo nas baixas DDC.

Conclusão

Podemos observar uma diminuição de manchas esbranquiçadas nas baixas DDC. No entanto, com uma grande elevação da concentração de abrilhantador não se verifica nem uma melhoria nem um agravamento da deposição, como se poderia eventualmente desejar.

J) Influência do Tensoactivo

Este composto permite baixar a tensão superficial do banho.

Conclusão

Verificamos que com uma elevação da concentração de tensoactivo aparecem umas manchas (de castanho a branco) devido á espuma.

TABELA DE RELACIONAMENTO

DEFEITO CONSTATADO / ORIGENS POSSÍVEIS / SOLUÇÕES ACONSELHADAS

DEFEITO CONSTATADO	ORIGENS POSSÍVEIS	SOLUÇÕES ACONSELHADAS
DEPOSIÇÃO AMARELADA PRINCIPALMENTE NA ZONA DE BAIXAS DDC	Temperatura muito baixa	Aumentar a temperatura
	DDC muito alta	Reduzir a intensidade
	Excesso de cobre	Adicionar cianeto de potássio
	Falta de estanho	Adicionar estanato
DEPOSIÇÃO DE ASPECTO LEITOSO NA ZONA DE BAIXAS DDC	Temperatura muito alta	Diminuir a temperatura
	DDC muito baixa	Aumentar a intensidade
	Falta de cobre	Adicionar cianeto de cobre
	Excesso de estanho	Adicionar hidróxido de potássio
	Falta de hidróxido de potássio	Adicionar hidróxido de potássio
	Excesso de zinco	Adicionar cianeto de potássio
DEPOSIÇÃO ACASTANHADA NA ZONA DE MUITO BAIXAS DDC	Excesso de zinco	Adicionar cianeto de potássio
	Excesso de hidróxido de potássio	Aquecer o banho até 65°C
DEPOSIÇÃO ESBRANQUIÇADA NA ZONA DE BAIXAS DDC	Excesso de abrillantador	Não adicionar mais abrillantador até que desapareça o nevoeiro
REDUÇÃO DA PENETRAÇÃO E EMBACIAMENTO DO DEPÓSITO	Contaminação orgânica (pasta de polir)	Tratamento com carvão activo

CONCLUSÃO

Durante o arranque da produção do processo Dermaloy, foi já possível constatar as dificuldades inerentes ao controlo de um banho, onde existem três metais que deverão ser depositados em simultâneo.

Torna-se pois necessário e urgente, desenvolver ferramentas e métodos de controlo expeditos, que permitam garantir uma produção estável e o tratamento preventivo de eventuais problemas que irão certamente surgir.

Neste estudo utilizou-se uma ferramenta de controlo vulgarmente utilizada para os banhos de Níquel (a célula de Hull) para tentar:

- Confirmar os parâmetros utilizados e a sua criticidade
- Simular alguns possíveis defeitos
- Tentar determinar soluções para os defeitos encontrados.

CONTROLO DO PROCESSO DE NÍQUEL / CRÓMIO

OBJECTIVO

O controlo deste processo teve como principal objectivo garantir a qualidade das peças revestidas.

PROCEDIMENTO

Há parâmetros que são analisados duas vezes por dia em todas as tinas e são registados em documentos próprios (Ver anexo1).

Parâmetros esses que são:

- Temperatura
- Valor de pH
- Conductividade

1) Antes de dar início ao processo de revestimento das peças faz-se:

- Controlo do estado das peças, ou seja, a verificação de eventuais deficiências de polimento, resíduos de pasta de polir, etc.
- Verificação do estado dos pontos de contacto das suspensões com as peças (não devem ter demasiado níquel ou crómio depositado).
- Controlo das águas de lavagem, principalmente:
 - A lavagem a seguir ao desengordurante
 - As duas lavagens a seguir à activação
 - As duas lavagens antes do banho de Crómio
 - A lavagem a quente
- Execução de testes em célula de Hull para ambos os banhos (níquel e crómio).
- Controlo do pH do banho de Níquel (Fig.1)



Fig.1 – Tina do banho de Níquel com capacidade para 3 suspensões em simultâneo.

2) Durante o processo de revestimento das peças faz-se:

- Controlo do estado das peças antes e depois da imersão destas em cada uma das tinas.



Fig.2 – Saída de uma suspensão do banho de Crómio



Fig.3 – Saída da mesma suspensão da terceira lavagem a seguir ao crómio

- Acompanhamento das alterações dos pontos de contacto das suspensões
- Controlo das águas de lavagem
- Controlo do pH do banho de níquel

CONCLUSÃO

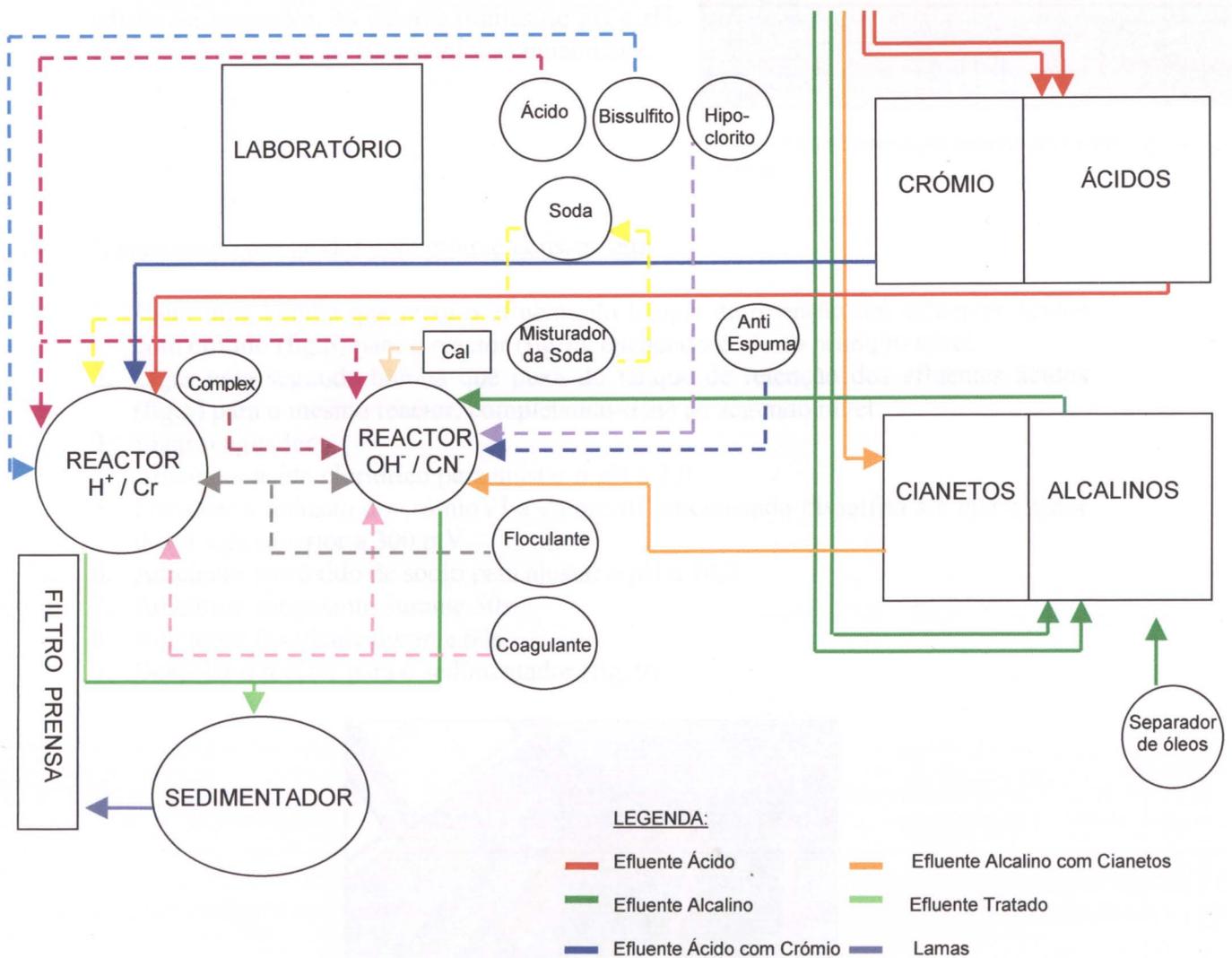
Pôde-se concluir que, se forem cumpridos todos os procedimentos indicados anteriormente, é possível garantir a qualidade final das peças, não obstante a possível contaminação dos banhos dos níquel ou crómio.

ACOMPANHAMENTO DA LABORAÇÃO DA ETAR

OBJECTIVO

Este acompanhamento teve como principal objectivo o controlo do tratamento dos efluentes de toda a empresa, bem como garantir uma boa manutenção da ETAR e executar as análises dos vários parâmetros a controlar.

ESQUEMA DA ETAR DA VALDEMAR DOS SANTOS LDA



TRATAMENTOS DE EFLUENTES

Na ETAR são efectuados três tipos de tratamento:

- Tratamento das soluções alcalinas
- Tratamento das soluções alcalinas com cianetos
- Tratamento das soluções ácidas com crómio

Estes tratamentos são controlados por um painel Sinóptico (fig.4), através do qual se podem alterar certos parâmetros, como por exemplo, o tempo de adição de reagentes, os valores limites de pH e rH, bem como executar os tratamentos manualmente.

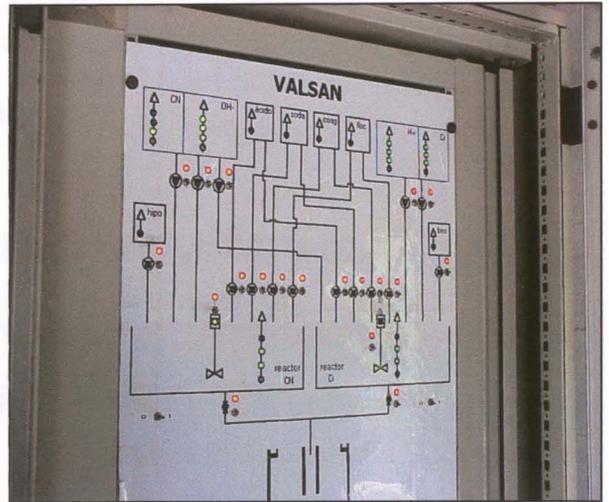


Fig.4 – Painel Sinóptico de controlo dos tratamentos dos efluentes.

O tratamento dos ácidos com crómio consiste em:

1. Ligar uma bomba que puxa o efluente do tanque de retenção dos efluentes ácidos com crómio (fig.5) para o reactor (fig.7), enchendo-o até ao primeiro nível
2. Ligar uma segunda bomba que puxa do tanque de retenção dos efluentes ácidos (fig.5) para o mesmo reactor, completando-o até ao segundo nível
3. Ligar o agitador
4. Adicionar ácido clorídrico para ajustar o pH a 2,0
5. Provocar a redução do crómioVI a crómioIII adicionando bissulfito até que o valor de rH seja superior a 300 mV
6. Adicionar hidróxido de sódio para ajustar o pH a 10,2
7. Adicionar coagulante durante 50s.
8. Adicionar floculante durante 60s.
9. Despejar o reactor para o sedimentador (fig. 9)



Fig.5 – Tanque de retenção dos efluentes ácidos e dos efluentes ácidos com crómio

O tratamento dos alcalinos consiste em:

1. Ligar uma bomba que puxa o efluente do tanque de retenção dos efluentes alcalinos (fig.6) para o reactor (fig.7), enchendo-o até ao segundo nível
2. Simultaneamente ao ponto 1, é adicionado o anti-espuma
3. Ligar o agitador
4. Adicionar hidróxido de sódio para ajustar o pH a 10.0
5. Adicionar óxido de cálcio durante 5min.
6. Adicionar o aditivo complex 1 durante 1min.
7. Aguardar o tempo de reacção de 20min
8. Adicionar ácido (se necessário) para ajustar o pH a 9.0
9. Adicionar coagulante durante 30s.
10. Adicionar floculante durante 60s.
11. Desligar o agitador
12. Despejar o reactor para o sedimentador (fig. 9)

O tratamento dos alcalinos com cianetos consiste em:

1. Ligar uma bomba que puxa o efluente do tanque de retenção dos efluentes alcalinos com cianetos (fig.6) para o reactor (fig.7), enchendo-o até ao primeiro nível.
2. Ligar uma segunda bomba que puxa do tanque dos alcalinos (fig.6) para o mesmo reactor, completando-o até ao segundo nível
3. Simultaneamente ao ponto 1 e 2 é adicionado o anti-espuma
4. Ligar o agitador
5. Adicionar hidróxido de cálcio para ajustar o pH a 10,0
6. Provocar a oxidação dos cianetos adicionando hipoclorito até que o valor de rH seja superior a 100 mV
7. Aguardar o tempo de reacção de 15min.
8. Adicionar óxido de cálcio durante 5min.
9. Adicionar o aditivo complex 1 durante 1min.
10. Aguardar o tempo de reacção de 20min
11. Adicionar ácido para ajustar o pH a 9,0
12. Adicionar coagulante durante 30s.
13. Adicionar floculante durante 60s.
14. Despejar o reactor para o sedimentador (fig. 9)

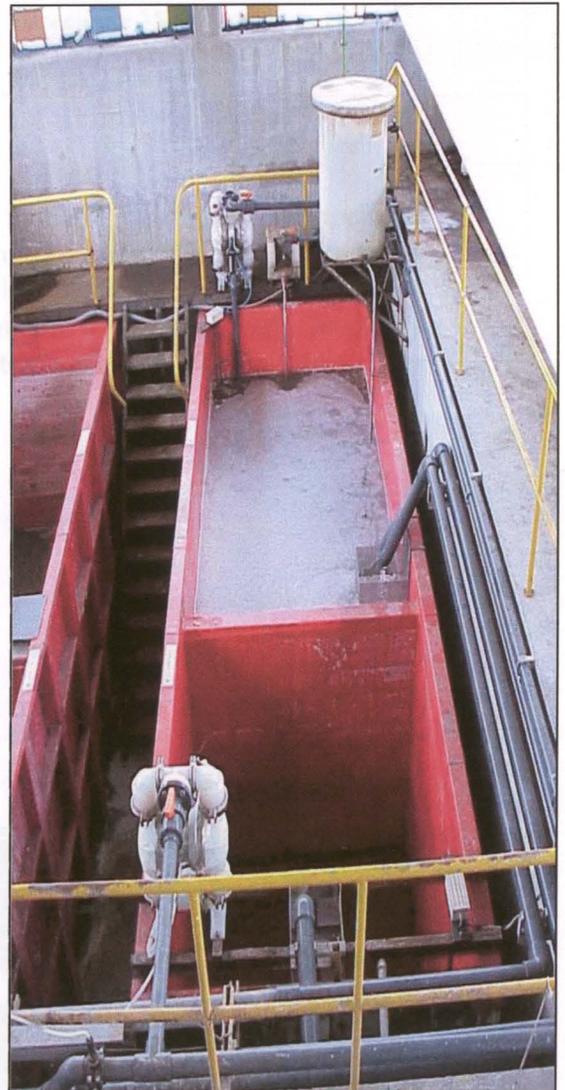


Fig.6 – Tanque de retenção dos efluentes alcalinos e dos efluentes alcalinos com cianetos



Reactor de tratamento de efluentes
alcalinos e alcalinos com cianetos
Capacidade 1500 litros

Reactor de tratamento de efluentes
ácidos e ácidos com crómio
Capacidade 3500 litros

Fig.7 - Reactores

Os efluentes tratados têm o aspecto observado na figura 8, sendo então despejados para o sedimentador (fig.9) onde se processa a decantação, para depois se despejar o efluente para o fio de água, passando antes por um filtro de sílex e por um de carvão. São retiradas diariamente amostras dos efluentes tratados á saída de cada reactor e também do sedimentador para serem analisados certos parâmetros importantes (Ver anexo 2).



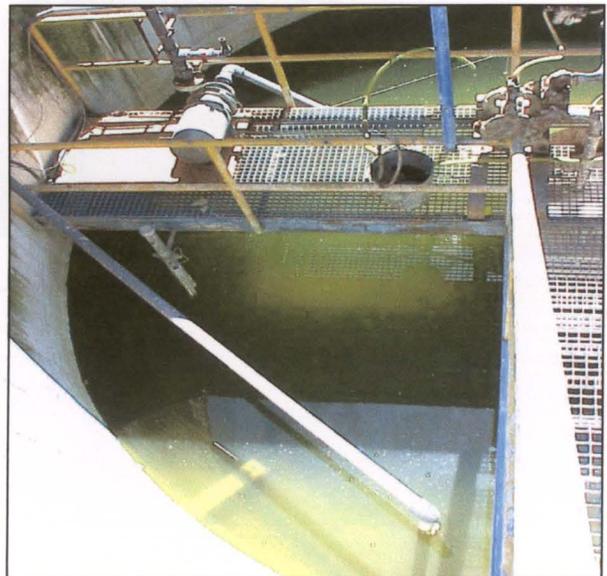
A)



B)

Fig.8 – A) Amostra de um efluente tratado
B) Promenorização do produto de flocação

Figura 9 - Sedimentador – local de decantação das águas tratadas vindas dos reactores



LAMAS

As lamas são retiradas do sedimentador através de uma bomba e levadas ao filtro prensa (fig.10) que as comprime e em simultâneo, através de ar comprimido as seca.



Fig.10 – Filtro prensa

Após estarem bem secas, as lamas são guardadas nos “Big-Bag” (fig.11), para posterior condicionamento ou tratamento.



Fig.11 – “Big-Bag”

PREPARAÇÃO DE REAGENTES

Os reagentes químicos são preparados nos bidões azuis apresentadas na figura 12.

É o painel Sinóptico que comanda as bombas doseadoras instaladas em cada bidão através das quais esses reagentes são enviados para os reactores.



Fig.12 – Bidões que contém os reagentes de auxílio aos tratamentos dos efluentes

●ÁCIDO:

1. Quantidade de ácido clorídrico necessária: 300 litros (= 5 bilhas)
2. Modo de preparar: Encher o tanque do ácido até meio com água; com a bomba adicionar lenta e cuidadosamente todo o ácido.

●HIDRÓXIDO DE SÓDIO:

1. Quantidade de soda cáustica necessária: 125 Kg (= 5 sacos)
2. Modo de preparar: No tanque de preparação, colocar água até metade da sua capacidade; adicionar os sacos de soda cáustica um de cada vez e ir agitando para que a dissolução seja feita convenientemente.

Atenção: Ao adicionar a soda, vai haver uma libertação de calor; por isso, é importante que esta adição seja efectuada com cuidado. Só depois de arrefecer, é que a solução deve ser despejada para o depósito de trabalho.

●BISSULFITO:

1. Quantidade de bissulfito de sódio necessária: 100 Kg (= 4 sacos)
2. Modo de preparar: Encher o depósito com água até meio; ir adicionando lentamente e com a agitação a ar ligada, o bissulfito de sódio.

●HIPOCLORITO:

O hipoclorito de sódio utiliza-se puro.

•**COAGULANTE:**

1. Quantidade de coagulante necessária: 50 litros (= 2 bilhas)
2. Modo de preparar: Encher o depósito com água até meio; ligar a agitação a ar e ir adicionando lenta e cuidadosamente a quantidade de coagulante necessária.

•**FLOCULANTE:**

1. Quantidade de floculante necessária: 500 grs
2. Modo de preparar: Encher o depósito com água até meio; ligar a agitação a ar e ir adicionando lenta e cuidadosamente pelo funil existente no topo do depósito a quantidade de floculante necessária.

•**ADITIVO COMPLEX 1**

O aditivo complex 1 é fornecido em bilhas de 30 litros e é utilizado sem qualquer diluição.

•**ÓXIDO DE CÁLCIO**

A cal é fornecida em sacos de 30 Kg e é utilizada sem qualquer mistura.

•**ANTI-ESPUMA:**

1. Quantidade de anti-espumante necessária: 1 litro
2. Modo de preparar: Encher o depósito com 14 litros de água; ir adicionando lentamente e com a agitação a ar ligada, o anti-espumante.

Todo o consumo de reagentes é registado num documento criado para auxiliar o controlo dos gastos mensais da ETAR (Ver anexo3).

MANUTENÇÃO

- ✓ Manter os depósitos dos reagentes sempre a um nível considerável
- ✓ Limpar as sondas de pH e de oxidação/redução uma vez por dia
- ✓ Limpar as sondas de nível uma vez por semana ou sempre que se encontrem resíduos depositados
- ✓ Calibrar as sondas de pH uma vez por semana

SEPARAÇÃO DE ÓLEOS

O processo de separação de óleo consiste em:

1. Encher o depósito (fig.13) através de uma bomba manual com o óleo solúvel utilizado como lubrificante dos tornos automáticos
2. Adicionar 650 ml de ácido clorídrico
3. Ligar a agitação a ar durante 50 min.
4. Adicionar 160 grs de sulfato de alumínio
5. Deixar agitar mais 30 min.
6. Parar a agitação e deixar repousar durante 6 ou 7 horas
7. Após o óleo se encontrar na superfície, é retirado para bidões, sendo estes entregues a uma empresa recicladora
8. A água resultante da separação é despejada para o tanque de retenção dos efluentes alcalinos para sofrer o tratamento adequado

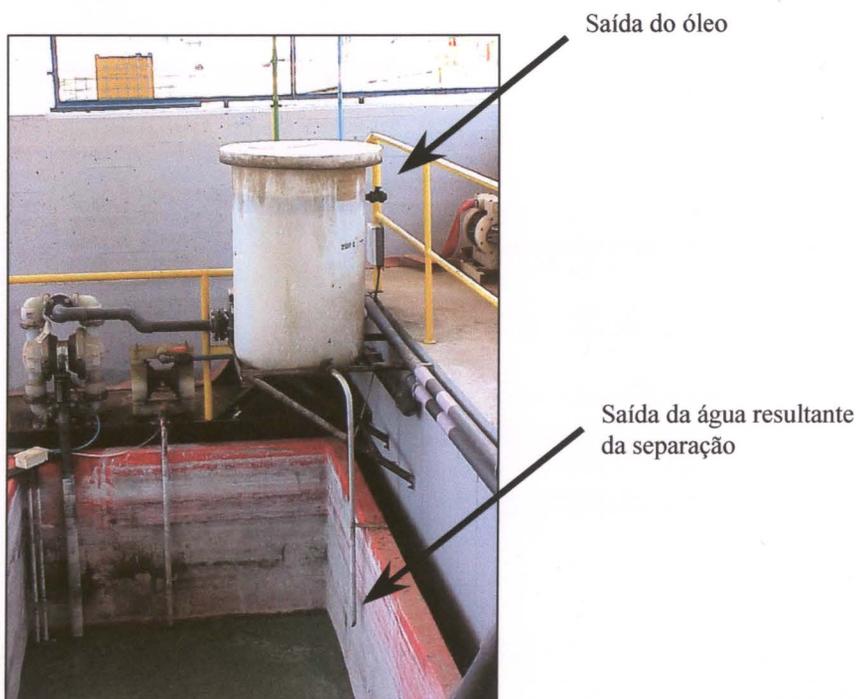


Fig.13 – Depósito de separação de óleo

CONCLUSÃO

A ETAR recebe efluentes de composições muito diversas e em volumes muito variáveis.

Esta falta de homogeneidade, dificulta o tratamento efectuado, aumentando a quantidade de reagentes gastos e prejudicando a qualidade do efluente tratado.

Para tentar ultrapassar estas dificuldades e o custo do tratamento dos efluentes, iremos implementar um sistema de controlo de descargas que permita a obtenção dum efluente mais homogéneo em composição e volumes.

RECUPERAÇÃO DE DESENGORDURANTES

OBJECTIVO

Este processo teve como principal objectivo estudar a viabilidade da recuperação do desengordurante químico contaminado com pasta de polir.

PROCEDIMENTO

Instalou-se um piloto de laboratório para se poderem efectuar os ensaios de filtração por membrana (microfiltração) do desengordurante químico.

Este aparelho está equipado com uma membrana de $0,45\mu\text{m}$, dois manómetros indicadores da pressão de entrada e saída do desengordurante e um caudalímetro (fig.14).

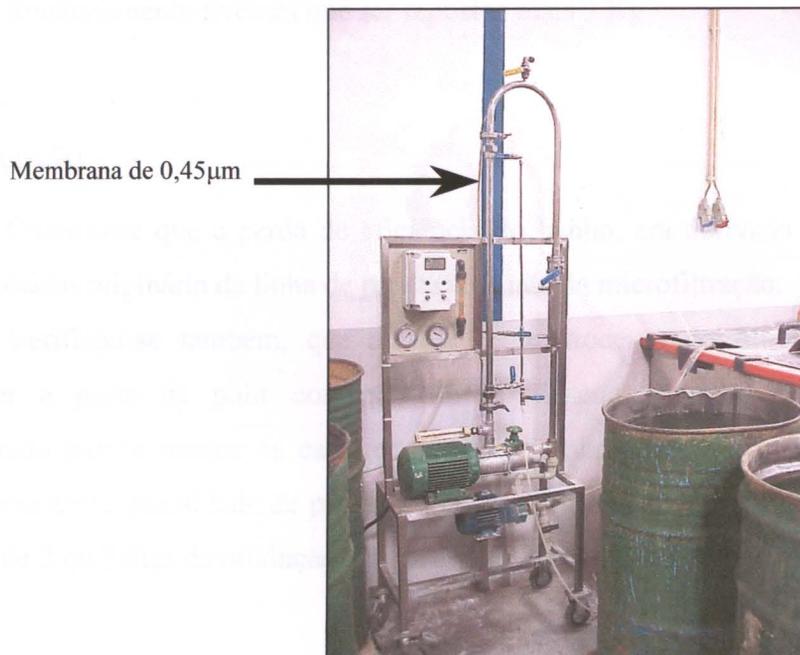


Fig.14 – Piloto de laboratório de filtração por membrana

MÉTODO DE ENSAIO

O volume do banho que se encontra na tina destinada ao banho sujo é de 300 litros.

Ligam-se duas bombas para iniciar a microfiltração, registando os valores iniciais relativos a cada parâmetro e evidentemente no final do ensaio retiram-se novamente os valores obtidos, conforme se verifica no quadro seguinte.

Fizeram-se dois ensaios em que foram registados os seguintes valores:

		Data: 28/6/00	Data: 4/7/00	
Volume descarregado (l)		300	300	
Dados da MF	Pressão de entrada (bar)	4,5	4,0	
	Pressão de saída (bar)	3,0	2,9	
	Caudal de permeado (no rotâmetro) (l/h)	Inicial	50	10
		Final	10	9
	Volume de permeado		300	300
	Duração do ensaio (h)		≅ 26	≅ 40
Reposição de Desengordurante (Kg)		3 + 3 *	3 + 3 *	

- * Foi provado por análises químicas que há um consumo de desengordurante na linha de produção (perda de concentração), por isso após algum tempo em funcionamento tiveram que ser repostos mais 3 Kg.

CONCLUSÃO

Concluiu-se que a perda de eficiência do banho, era derivada de uma perda de concentração originária da linha de produção e não da microfiltração.

Verificou-se também, que através deste processo de filtração se conseguia remover a pasta de polir contaminante do desengordurante. O desengordurante recuperado parece manter as características do banho novo, tendo no entanto que se repor uma certa quantidade de produto, que como já foi dito, é o procedimento normal ao fim de 2 ou 3 dias de produção.

CONCLUSÃO GERAL

Uma vez que as 4 acções desenvolvidas durante o estágio tratam assuntos muito diversos, a conclusão geral terá de ser também ela bastante genérica.

Os novos revestimentos surgidos no mercado não têm ainda processos de controlo suficientemente estudados e standartizados, obrigando as empresas que os implementam a desenvolver meios expeditos para o fazer.

A partir do momento em que os processos são conhecidos é necessário um trabalho de acompanhamento disciplinado, sistemático e rigoroso que é ilustrado pelos registos de controlo implementados na empresa.

O grande desafio relativamente aos processos que produzem efluentes é minimizá-los na fonte. As análises de ecoeficiência que permitem às empresas otimizar os seus processos, minimizando simultaneamente o dispêndio de recursos e a produção de efluentes, são as ferramentas a utilizar.

Os desengordurantes são utilizados em larga escala nos mais variados processos. Visto a extensão do seu tempo de vida ser curta, recorre-se a técnicas de microfiltração, são pois medidas de grande rentabilidade quer económica, quer ecológica.

BIBLIOGRAFIA

- Manual da Qualidade da VALSAN, Eng^a Paula Resende, 11 de Abril de 2000
- Procedimento Interno de Laboração da ETAR, Stéphanie Calheiros, 17 de Abril de 2000

ANEXOS

Anexo 1



**REGISTO SEMANAL DE CONTROLO DE PARÂMETROS
GALVÂNICA**

LINHA N.º 1

Semana: Ano:

	Tina n°	Condutividade (µS/ cm)	DIA	2ª feira		3º feira		4ºfeira		5ªfeira		6ªfeira	
				Hora	Cond	Hora	Cond	Hora	Cond	Hora	Cond	Hora	Cond
Lav. estática	26	< 200	2x										
Lav. corrente	25	< 200	2x										
Lav. estática	24	< 200	2x										
Lav. contracorrente	22	< 10	2x										
Lav. contracorrente	21	< 10	2x										
Lav. contracorrente	20	< 10	2x										
Lav. corrente	18	< 200	2x										
Lav. corrente	17	< 200											
Lav. corrente	16	< 200											
Lav. estática	4	< 200	2x										
Lav. reciclada	3	< 10	2x										
Ág. Desm. Quente	2	< 20	2x										

	Tina n°	pH	DIA	2ª feira		3º feira		4ºfeira		5ªfeira		6ªfeira	
				Hora	pH	Hora	pH	Hora	pH	Hora	pH	Hora	pH
Lav. estática	26	5.5-7.5	2x										
Lav. corrente	25	5.5-7.5	2x										
Lav. estática	24	3.0-5.5	2x										
Lav. contracorrente	22	5.5-7.5	2x										
Lav. contracorrente	21	5.5-7.5	2x										
Lav. contracorrente	20	5.5-7.5	2x										
Lav. corrente	18	6.5-8.5	2x										
Lav. corrente	17	6.5-8.5	2x										
Lav. corrente	16	8.5-10	2x										
Lav. estática	4	4.5-6.5	2x										
Lav. reciclada	3	5.0-6.5	2x										
Ág. Desm. Quente	2												



**REGISTO SEMANAL DE CONTROLO DE PARÂMETROS
GALVÂNICA**

LINHA N.º 1

Semana: Ano:

	Tina n.º	Temp. (°C)	DIA	2ª feira		3ª feira		4ªfeira		5ªfeira		6ªfeira	
				Hora	Temp								
Deseng. Ultrasons	12	60 - 70	2x										
Deseng. Químico 1	13	30 - 40	2x										
Deseng. Químico 2	14	30 - 40	2x										
Deseng. Elect. Catodico	15	30 - 40	2x										
Neutralização	21												
Dermaloy	19	58 - 64	2x										
Níquel	30	55 - 65	2x										
Crómio	8	36 - 39	2x										
Ág. Desm. Quente	2	55 - 65	2x										
	Tina n.º	pH	DIA	2ª feira		3ª feira		4ªfeira		5ªfeira		6ªfeira	
				Hora	pH								
Deseng. Ultrasons	12												
Deseng. Químico 1	13												
Deseng. Químico 2	14												
Deseng. Elect. Catodico	15												
Neutralização	21	2.5 - 3.2	1x										
Dermaloy	19	13-13.3	2x										
Níquel	30	4.2-4.6	2x										
Crómio	8												
Ág. Desm. Quente	2	5.5-8.0	2x										
	Tina n.º		Dia	2ª feira		3ª feira		4ª feira		5ª feira		6ª feira	
				Hora		Hora		Hora		Hora		Hora	
Caudal da Bomba	30	OK / N OK	2x										
Caudal da Bomba	19	OK / N OK	2x										

OBSERVAÇÕES:

	Tina nº	Temp. (°C)	Dia	2ª feira		3ª feira		4ª feira		5ª feira		6ª feira	
				Hora	Temp.								
Desengord. ultrasons	22	60-70	2x										
Desengord. químico	23	30-40	2x										
Desengord. elect. Catódico	24	30-40	2x										
Activação	27												
Activação	21												
Passivação	15												
Níquel Brilhante	33	55-65	2x										
Pré-prata	20												
Prata	19	20-30	2x										
Níquel Preto	10	25-30	2x										
Ouro	8	55-60	2x										
Laca	4	25-30	2x										
	Tina nº	pH	Dia	2ª feira		3ª feira		4ª feira		5ª feira		6ª feira	
				Hora	pH								
Desengord. ultrasons	22												
Desengord. químico	23												
Desengord. elect. Catódico	24												
Activação	27	2.5-3.2	1x										
Activação	21	11.5-12.5	1x										
Passivação	15	12.5-13.5	1x										
Níquel Brilhante	33	4.2-4.6	2x										
Pré-Prata	20	>= 12.5	2x										
Prata	19	12-12.5	2x										
Níquel Preto	10	5.0-6.0	2x										
Ouro	8												
Laca	4	5.2-5.6											
	Tina nº		Dia	2ª feira		3ª feira		4ª feira		5ª feira		6ª feira	
				Hora		Hora		Hora		Hora		Hora	
Caudal da Bomba	33	OK / N OK	2x										
Caudal da Bomba	19	OK / N OK	2x										
Caudal da Bomba	10	OK / N OK	2x										
Caudal da Bomba	4	OK / N OK	2x										



**REGISTO SEMANAL DE CONTROLO DE PARÂMETROS
GALVÂNICA**

LINHA N.º 2

Semana: Ano:

	Tina nº	Conduct (µS/cm)	Dia	2ª feira		3ª feira		4ª feira		5ª feira		6ª feira	
				Hora	Cond.								
Lavagem estática	30	<200	2x										
Lavagem corrente	29	<200	2x										
Lavagem estática	28	<200	2x										
Lavagem corrente	26	<200	2x										
Lavagem corrente	25	<200	2x										
Lavagem estática	17	<10	2x										
Lavagem reciclada	16	<10	2x										
Lavagem estática	13	<200	2x										
Lavagem corrente	12	<200	2x										
Lavagem reciclada	11	<10	2x										
Lavagem reciclada	6	<10	2x										
Lavagem reciclada	5	<10	2x										
Laca	4	1100 – 1300 *	2x										
Lavagem estática	3	<10	2x										
Lavagem estática	2	<10	2x										

* Se o valor obtido for superior a 1350, ligar a ultrafiltração

OBSERVAÇÕES:



**REGISTO SEMANAL DE CONTROLO DE PARÂMETROS
GALVÂNICA**

LINHA N.º 2

Semana:

Ano:

	Tina n°	pH	Dia	2ª feira		3ª feira		4ª feira		5ª feira		6ª feira	
				Hora	pH								
Lavagem estática	30	6.5-8.0	2x										
Lavagem corrente	29	5.5-7.5	2x										
Lavagem estática	28	2.5-5.5	2x										
Lavagem corrente	26	7.0-8.5	2x										
Lavagem corrente	25	8.5-10	2x										
Lavagem estática	17	5.5-7.5	2x										
Lavagem reciclada	16	5.5-7.5	2x										
Lavagem estática	13	8.5-10	2x										
Lavagem corrente	12	5.5-7.5	2x										
Lavagem reciclada	11	5.5-7.5	2x										
Lavagem reciclada	6	5.0-7.5	2x										
Lavagem reciclada	5	5.0-7.5	2x										
Laca	4		2x										
Lavagem estática	3	5.0-7.0	2x										
Lavagem estática	2	5.0-7.0	2x										

OBSERVAÇÕES:



**REGISTO SEMANAL DE CONTROLO DE PARÂMETROS
GALVÂNICA**

LINHA N.º 3

Semana: Ano:

	Tina n.º	Condutividade (µS/ cm)	DIA	2ª feira		3ª feira		4ª feira		5ª feira		6ª feira	
				Hora	Cond								
Lav. corrente	18	< 200	2x										
Lav. corrente	17	< 200	2x										
Lav. Reciclada	16	< 10	2x										
Lav. corrente	15	< 200	2x										
Lav. corrente	13	< 200	2x										
Lav. Estática	12	< 200	2x										
Lav. Estática	5	< 200	2x										
Lav. Reciclada	4	< 10	2x										
Lav. Reciclada	3	< 10	2x										
Ág. Desm. Quente	2	< 20	2x										
	Tina n.º	pH	DIA	2ª feira		3ª feira		4ª feira		5ª feira		6ª feira	
				Hora	pH								
Lav. corrente	18	7.5 - 8.5	2x										
Lav. corrente	17	7.0 - 8.5	2x										
Lav. Reciclada	16	4.0 - 6.5	2x										
Lav. corrente	15	2.5 - 5.5	2x										
Lav. corrente	13	6.5 - 8.5	2x										
Lav. Estática	12	8.5 - 10	2x										
Lav. Estática	5	3.5 - 6.0	2x										
Lav. Reciclada	4	4.0 - 6.0	2x										
Lav. Reciclada	3	4.0 - 6.0	2x										
Ág. Desm. Quente	2												
	Tina n.º		DIA										
Caudal da Bomba	22	OK / N OK	2x										

OBSERVAÇÕES:



**REGISTO SEMANAL DE CONTROLO DE PARÂMETROS
GALVÂNICA**

LINHA N.º 3

Semana:

Ano:

	Tina n°	Temp. (°C)	DIA	2ª feira		3ª feira		4ªfeira		5ªfeira		6ªfeira	
				Hora	Temp	Hora	Temp	Hora	Temp	Hora	Temp	Hora	Temp
Lav. corrente	18	< 200	2x										
Lav. corrente	17	< 200	2x										
Lav. Reciclada	16	< 10	2x										
Lav. corrente	15	< 200	2x										
Lav. corrente	13	< 200	2x										
Lav. Estática	12	< 200	2x										
Lav. Estática	5	< 200	2x										
Lav. Reciclada	4	< 10	2x										
Lav. Reciclada	3	< 10	2x										
Ág. Desm. Quente	2	< 20	2x										
	Tina n.º	pH	DIA	2ª feira		3ª feira		4ªfeira		5ªfeira		6ªfeira	
				Hora	pH	Hora	pH	Hora	pH	Hora	pH	Hora	pH
Lav. corrente	18	7.5 - 8.5	2x										
Lav. corrente	17	7.0 - 8.5	2x										
Lav. Reciclada	16	4.0 - 6.5	2x										
Lav. corrente	15	2.5 - 5.5	2x										
Lav. corrente	13	6.5 - 8.5	2x										
Lav. Estática	12	8.5 - 10	2x										
Lav. Estática	5	3.5 - 6.0	2x										
Lav. Reciclada	4	4.0 - 6.0	2x										
Lav. Reciclada	3	4.0 - 6.0	2x										
Ág. Desm. Quente	2												

OBSERVAÇÕES:

Anexo 2

Anexo 2



CARACTERIZAÇÃO DE EFLUENTES

SEMANA:

OPERADOR:

PARÂMETROS	V.M.A	SEDIMENTADOR					REACTOR DOS ALCALINOS					REACTOR DOS ÁCIDOS				
		2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª
		COBRE	2,0 mg/l													
ZINCO	5,0 mg/l															
NÍQUEL	5,0 mg/l															
CRÓMIO VI	0,1 mg/l															
CIANETOS	0,1 mg/l															
FOSFATOS	10,0 mg/l															
FERRO	2,0 mg/l															
pH	6,0 - 9,0															

OBS.:

Anexo 3



FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



000088332