



ARSENAL DO ALFEITE

IAPMEI – Agência para a
Competitividade e Inovação, I.P.
Estrada do Paço do Lumiar, Campus do
Lumiar, Edifício A
1649-038 Lisboa

V/ Ref.
Your ref.

N/Ref. 3799
Our ref.

Data 12-04-2016
Date

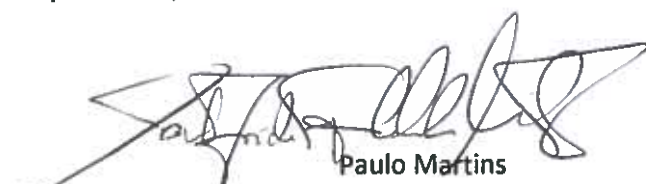
ASSUNTO: Regularização do exercício de atividade industrial
Subject

Na sequência do Estudo de Impacte Ambiental (EIA) submetido no âmbito da instrução do processo de regularização da atividade industrial da Arsenal do Alfeite, S.A., junto enviamos o relatório relativo ao estudo das soluções para tratamento de águas residuais, a implementar na Arsenal do Alfeite, S.A.. Mais informamos que o mesmo será submetido em simultâneo na plataforma eletrónica do IAPMEI.

Cabe-nos referir que os cenários considerados no Estudo Prévio referente ao Estudo das soluções para tratamento de águas residuais, a implementar na Arsenal do Alfeite, correspondem ao estudo mais pormenorizado das alternativas B e D do Estudo de Impacte Ambiental (EIA). Assim, esclarece-se o seguinte:

- A Alternativa B do EIA corresponde ao cenário 0 do estudo Prévio.
- A alternativa D do EIA corresponde aos cenários 1 a 5, sendo que estes correspondem a várias fases modulares de tratamento de águas residuais.

Com os melhores cumprimentos,


Paulo Martins
Chefe do Gabinete de Qualidade, Certificação, Ambiente e Segurança

Anexo: Estudo de Soluções para Tratamento de Águas Residuais



TEKBOX

ESTUDO DE SOLUÇÕES PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS



Março 2016

**TEKBOX**

Water engineering

Data	Lingua	Edição/Revisão	Página
28-03-2016	pt	1	2 (77)

FICHA TÉCNICA

Serviço: Estudo de Soluções para Tratamento de Águas Residuais

Cliente: Arsenal do Alfeite, S.A.

Localização: Base Naval de Lisboa

Equipa Técnica: Márcia Ferreira (TEKBOX)

 Tiago Teles (TEKBOX)

 Sónia Sousa (ISQ)

 Maria Manuel Farinha (ISQ)

Relatório Ref.º: SEGAMB/0150/16

DIVULGAÇÃO: Confidencial

NOTA: É expressamente proibida a reprodução parcial ou total deste relatório sem prévia autorização do Departamento de Segurança e Ambiente

**TEKBOX**

Water engineering

Data
28-03-2016Lingua
ptEdição/Revisão
1Página
3 (77)

INDICE

1	OBJECTIVO.....	5
2	ENQUADRAMENTO.....	5
2.1	Sistema de retenção de águas e encaminhamento para tratamento (lavagem / hidrodecapagem dos navios) - ENSECAGEM.....	5
2.2	TRATAMENTO DAS ÁGUAS RESIDUAIS	6
3	SITUAÇÃO ACTUAL	6
4	DESCRIÇÃO DAS SOLUÇÕES TÉCNICAS DE ENSECAGEM – SISTEMA DE RETENÇÃO/CONTENÇÃO DE ÁGUAS DE LAVAGEM/HIDRODECAPAGEM.....	7
4.1	Planos inclinados	7
4.1.1	Solução equacionada	7
4.1.2	Procedimentos de montagem.....	10
4.1.3	Aspiração das águas com Joper	11
4.2	DOCA FLUTUANTE	12
4.2.1	Solução equacionada	12
4.3	Doca seca.....	13
4.3.1	Solução equacionada	13
4.4	Aspiração e transporte das águas por cisterna joper	15
4.4.1	Solução equacionada	15
4.4.2	Remoção de sólidos	15
4.4.3	Bombagem de trasfega opcional.....	16
5	CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DAS ÁGUAS RESIDUAIS / PRESSUPOSTOS.....	17
5.1	Águas de Lavagem / hidrodecapagem dos navios	17
5.1.1	Caracterização Quantitativa	17
5.1.2	Caracterização Qualitativa	17
5.1.3	Ensaio de Tratabilidade	20
5.1.3.1	Jar Tests	20
5.1.3.2	Ensaio Biológico.....	24
5.2	Águas da Lavagem química ("tratamento químico da mecânica").....	27
5.2.1	Caracterização Quantitativa	27
5.2.2	Caracterização Qualitativa	27
5.2.3	Ensaio de Tratabilidade	29
5.2.3.1	Jar tests.....	30
5.2.3.2	Tratamento adicional.....	32
5.3	Águas da Galvanoplastia.....	32
5.3.1	Caracterização Quantitativa	32
5.3.2	Caracterização Qualitativa	33
5.3.3	Testes de tratabilidade	34



5.4	Águas "oleosas" (lavagem das peças da mecânica, dos tanques e porões dos navios)	34
5.4.1	Caracterização Quantitativa	34
5.4.2	Caracterização Qualitativa	35
5.4.3	Ensaio de tratabilidade	35
5.5	Águas Domésticas	36
5.5.1	Caracterização Quantitativa	37
5.5.2	Caracterização Qualitativa	38
5.5.3	Ensaio de Tratabilidade	38
6	ENQUADRAMENTO LEGAL E GEOGRÁFICO	39
7	CENÁRIOS EQUACIONADOS, PRESSUPOSTOS	43
7.1	Cenários equacionados	43
7.2	pressupostos	44
8	ÁREAS DE IMPLANTAÇÃO	48
9	CUSTOS DE INVESTIMENTO E DE EXPLORAÇÃO DOS CENÁRIOS EQUACIONADOS	49
9.1	CUSTOS ESTIMADOS DE INVESTIMENTO	49
9.1.1	Custos estimados de Sistema de contenção/retenção de água de lavagem/Hidrodecapagem dos navios	50
9.1.2	Custos Estimados de Sistema de bombagem / aspiração / transporte de águas residuais não tratadas (joper)	52
9.1.3	Custos Estimados de Sistema de Tratamento Físico-químico	53
9.1.4	Custos Estimados de Sistema de Tratamento Fotoquímico (tratamento complementar ao físico-químico para as águas da lavagem química)	55
9.1.5	Custos Estimados de Sistema de Tratamento para remoção de cianetos (tratamento complementar ao físico-químico para as águas da galvanoplastia)	56
9.1.6	Custos Estimados de Sistema de Tratamento Biológico (para tratamento das águas residuais domésticas e complemento do tratamento das restantes águas residuais tratadas)	57
9.1.7	Resumo Custos Fixos Estimados (investimento)	62
9.2	CUSTOS ESTIMADOS DE EXPLORAÇÃO	64
9.2.1	Custos Estimados de exploração associados ao tratamento de águas de lavagem/hidrodecapagem de navios (300 m ³ /ano)	66
9.2.2	Custos Estimados de exploração do tratamento das águas de lavagem química (da Mecânica) – 492 m ³ /ano	67
9.2.3	Custos Estimados de exploração do tratamento das águas de galvanoplastia – 52 m ³ /ano (juntamente com tratamento físico-químico)	68
9.2.4	Custos Estimados de exploração do encaminhamento das águas oleosas ("porões dos navios") – 419 ton/ano	69
9.2.5	Custos Estimados de exploração do tratamento das águas residuais domésticas – 26663 m ³ /ano 70	
9.2.6	Resumo de custos estimados de exploração para os vários cenários	72
10	CONCLUSÕES ECONÓMICO-FINANCEIRAS	74



1 OBJECTIVO

O presente estudo teve como objectivo avaliar soluções de tratamento para as águas residuais produzidas nas instalações do Arsenal do Alfeite, resultado da sua actividade esperada e comunicada. Deste modo, resumem-se neste relatório, os resultados dos ensaios e análises efectuados, bem como a definição das soluções de tratamento definidas, e a estimativa dos respectivos custos associados. Para além das soluções de tratamento definem-se soluções para a retenção / acumulação e encaminhamento das águas provenientes das operações de lavagem/hidrodecapagem dos navios, nos diferentes locais de trabalho. Apresentam-se, assim, vários cenários, em que se expõem diferentes combinações possíveis de tratamento vs encaminhamento, com a respectiva estimativa de custos de investimento e de exploração.

2 ENQUADRAMENTO

O estudo focou-se em dois pontos fulcrais:

- a) Retenção e encaminhamento das águas resultantes das operações de lavagem/hidrodecapagem dos navios;
- b) Tratamento das diferentes águas residuais (pré-tratamento / tratamento / encaminhamento como resíduo);

O objectivo do estudo foi procurar soluções com viabilidade financeira, pelo que nele se comparam diferentes cenários, estimando os custos inerentes a cada um deles.

2.1 SISTEMA DE RETENÇÃO DE ÁGUAS E ENCAMINHAMENTO PARA TRATAMENTO (LAVAGEM / HIDRODECAPAGEM DOS NAVIOS) - ENSECAGEM

No que se refere aos sistemas de retenção de água, procurou encontrar-se uma solução abrangente e que fosse adaptável aos vários pontos de aplicação, nomeadamente:

- Planos inclinados (grande e pequenos)
- Doca flutuante
- Doca Seca

Para a elaboração do presente documento foram considerados os seguintes pressupostos:

- Visita ao local
- Reunião com o cliente onde se efectuou o levantamento de modo de trabalho nos diversos locais



2.2 TRATAMENTO DAS ÁGUAS RESIDUAIS

Neste ponto, avaliaram-se as diferentes possibilidades de gestão dos diferentes efluentes, após identificação das diferentes origens:

- Águas de Lavagem / Hidrodecapagem dos navios
- Águas da Lavagem química ("Tratamento químico da mecânica")
- Águas da Galvanoplastia
- Águas "oleosas" (Lavagem das peças da mecânica, dos tanques e porões dos navios)
- Águas Domésticas

Neste ponto, foi importante fazer uma caracterização qualitativa e quantitativa das várias águas e comparar os custos dos diferentes destinos a dar às águas. Pretendeu-se avaliar que águas valerá a pena tratar localmente ou não, e tratando, avaliar qual nível de tratamento seria o mais vantajoso, em função da qualidade que é preciso atingir para descarregar em linha de água e/ou colector municipal.

3 SITUAÇÃO ACTUAL

Relativamente às diferentes origens de água em estudo, a situação actual em termos de tratamento / encaminhamento é a seguinte:

Quadro I – Diferentes origens de águas residuais/efluentes produzidas no cliente

Origem de efluente / água residual	Tratamento vs Encaminhamento
	Situação Actual
Águas de Lavagem / Hidrodecapagem dos navios	Meio hídrico
Águas da Lavagem química ("Tratamento químico da mecânica")	Destino final (resíduo)
Águas da Galvanoplastia	----
Águas "oleosas" (Lavagem das peças da mecânica, dos tanques e porões dos navios)	Destino final (resíduo)
Águas Domésticas	Destino final Colector municipal (SMAS)

As águas de lavagem/hidrodecapagem dos navios não estão a ser sujeitas a tratamento, nem contidas, sendo descarregadas directamente no meio hídrico.

Em relação à galvanoplastia, cujas instalações são recentes, não têm histórico de funcionamento e encontram-se em "standby". Não existe por isso histórico de produção e gestão de efluentes resultantes desta actividade.

4 DESCRIÇÃO DAS SOLUÇÕES TÉCNICAS DE ENSECAGEM – SISTEMA DE RETENÇÃO/CONTENÇÃO DE ÁGUAS DE LAVAGEM/HIDRODECAPAGEM

4.1 PLANOS INCLINADOS

Na figura seguinte é possível observar os planos inclinados. Actualmente não existe sistema de contenção das águas resultantes da lavagem/Hidrodecapagem dos navios, resultando na sua descarga directa no meio hídrico, como referido anteriormente.



Figura 1 – Planos Inclinados

Para retenção das águas resultantes das operações técnicas nos navios, nomeadamente lavagens e hidrodecapagem, procurou-se uma solução modular de forma a:

- Ser possível adaptar-se a qualquer um dos planos inclinados existentes
- Ser fácil a sua desmontagem e montagem em qualquer ponto do plano inclinado

4.1.1 Solução equacionada

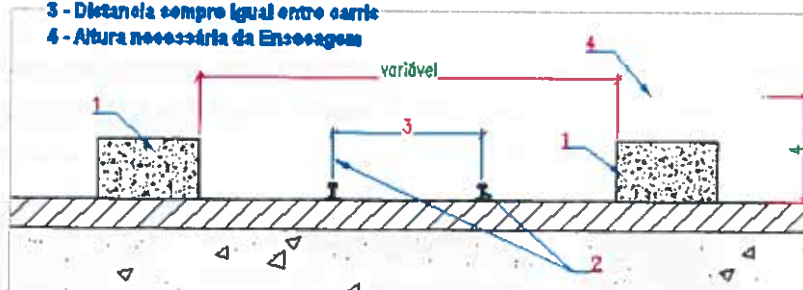
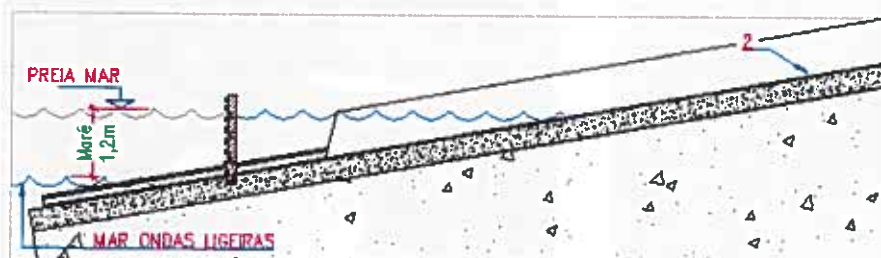
Conforme a dimensão da embarcação assim se instalam o número de pilares e comportas e respectivas peças fixas.

Como solução construtiva temos um sistema de vedação constituído por:

- Peça fixa em inox a fixação na base do plano inclinado, efectuando-se um corte do pavimento e
- Pilar normalizado para fixação na peça fixa lisa
- Pilar específico para ancoragem na zona dos carris e vedação nos mesmos
- Tabuleiros em alumínio com larguras de 2,5 a 3 metros.
- Tabuleiro de topo com sistema de pressão.

Fig. 1 - ALÇADO FRONTAL

- 1 - Maciço de Betão
- 2 - Carril
- 3 - Distância sempre igual entre carris
- 4 - Altura necessária da Ensecagem


Fig. 2 - VISTA LATERAL


1.3 - NOTAS TÉCNICAS

- Plano inclinado para recolha de embarcações onde se efectuam limpezas, decapagens, e outras operações;
- Períodos de intervenções entre 1 a 6 meses;
- Nº Utilizações Anuais: 3 a 4;
- Sujeita a Maré;
- Protecção anticorrosiva, resistente a água salgada e produtos de limpeza;
- Grua disponível com máx. 3 Ton na zona de Montagem das Ensecadeiras;

1.4 - Necessidades do cliente

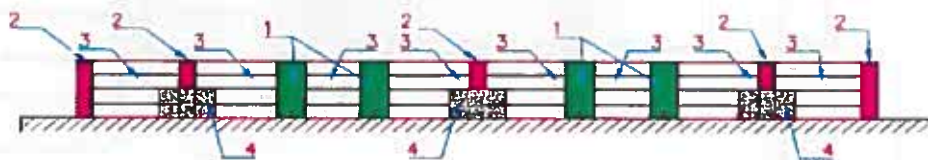
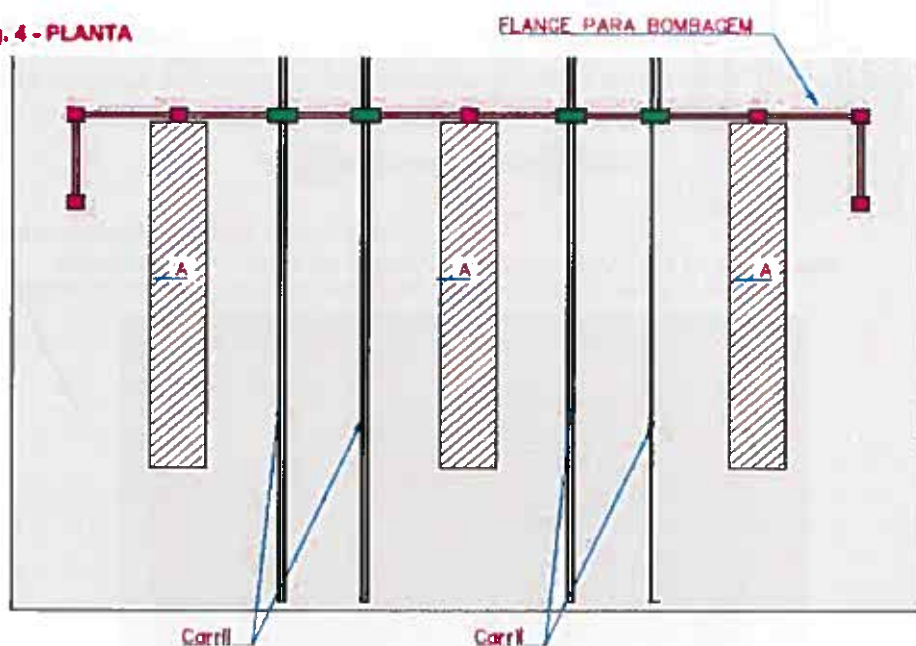
- Criar sistema modular de ensecagem (ver Fig. 5 - TK1395-DOCA-0002);

Desenho n.º1 - Sistema modular de ensecagem do plano inclinado

Como solução técnica apresenta-se a configuração do princípio de funcionamento em planta e em corte, conforme desenhos n.º1 e n.º2 abaixo.

Fig. 3 - ALÇADO FRONTAL

- 1 - Pilar especial com sistema de vedação dos carris
- 2 - Montagem com ancoragem ao piso do plano inclinado
- 3 - Ensecadeira
- 4 - Maciços em Betão (existente)


Fig. 4 - PLANTA


Desenho n.º 2 – Princípio de Funcionamento da ensecagem no plano inclinado (em planta e corte)

NOTA: Com esta metodologia, a montagem das peças de ensecagem apenas se efectua nas zonas efectivas de trabalho e onde irão ocorrer contaminações de água, reduzindo-se assim o investimento.

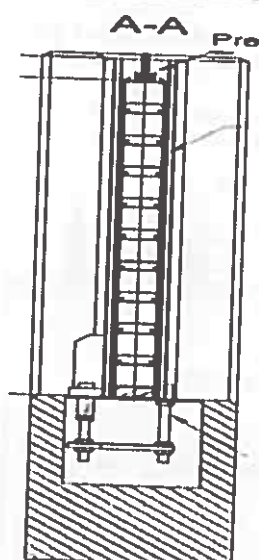


Fig. 5 - ALÇADO FRONTAL ENSECADERA



Fig. 6
CORTE LATERAL
ENSECADERA

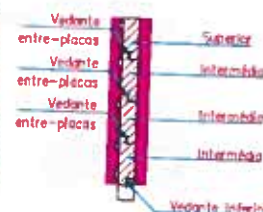
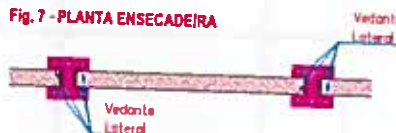


Fig. 7 - PLANTA ENSECADERA



Desenho n.º 3 e 4 – Vista em Corte e Princípio construtivo da ensecadeira



Figura 2- Exemplo ilustrativo da Solução

4.1.2 Procedimentos de montagem

Colocação em Funcionamento:

- Remover protecções das zonas de fixação na peça fixa.
- Remover qualquer sujidade existente nos elementos de vedação das placas de retenção/ensecagem.
- Humedecer os elementos de vedação (borrachas) com vanzelina em massa, antes de se proceder á montagem dos elementos.
- Colocação dos montantes/peças de guiamento lateral nos pernos já instalados no piso do plano inclinado. Fixar os montantes às ancoragens com anilha de chapa, anilha do tipo DUBO, porca e contra porca.

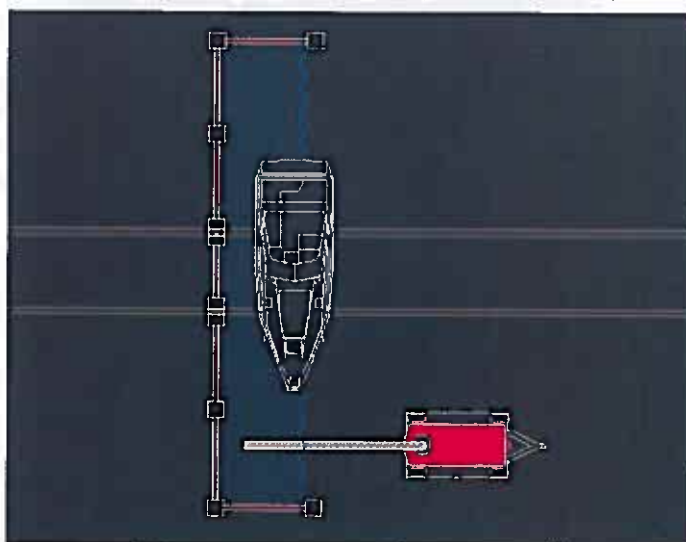
- Proceder à limpeza no piso do plano inclinado da zona de assentamento das placas de retenção/ensecagem, de forma a existir uma boa vedação.
- Montar as placas de acordo com as indicações do Fabricante. NA MONTAGEM DAS PLACAS DEVERÁ TER-SE SEMPRE EM ATENÇÃO OS ALINHAMENTOS/NIVELAMENTOS, AS UNIÕES DOS ENCAIXES E LIMPEZA DOS VEDANTES.
- Após a verificação atenta da montagem dos conjuntos, proceder ao aperto dos elementos superiores (conforme indicação do Fabricante).

Notas:

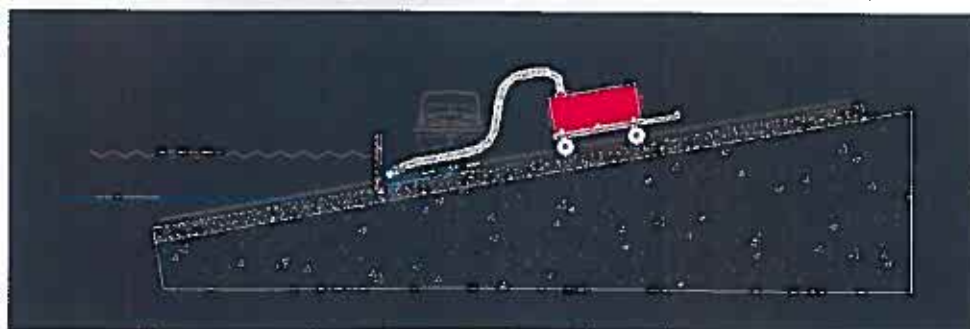
- Prevê-se um tempo de montagem de 1h por cada 10 metros de ensecagem.
- A recolha de águas contaminadas será efectuada por Joper que acede à zona do plano inclinado facilmente e efectua a aspiração das águas contaminadas na zona de retenção instalada (ilustrado de seguida).

4.1.3 Aspiração das águas com Joper

A figura seguinte ilustra a operação de aspiração de águas para a cisterna joper.



Desenho n.º5 – Representação esquemática da aspiração das águas de lavagem no plano inclinado



Desenho n.º6 – Pormenor da aspiração das águas de lavagem no plano inclinado

4.2 DOCA FLUTUANTE

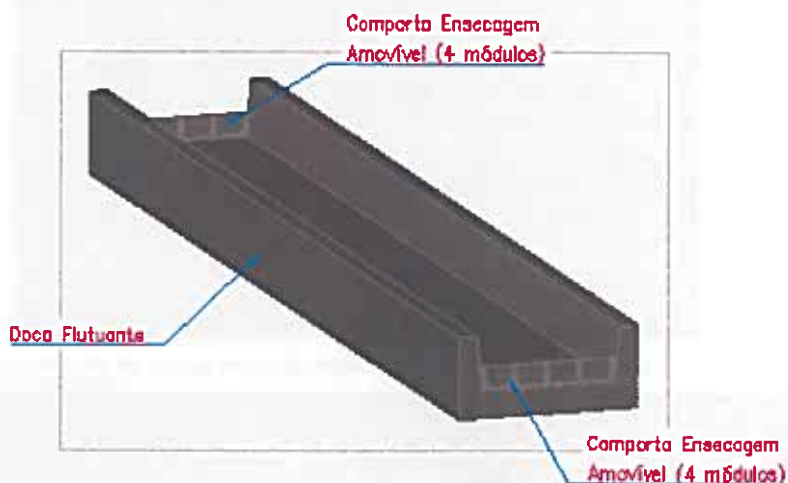
4.2.1 Solução equacionada

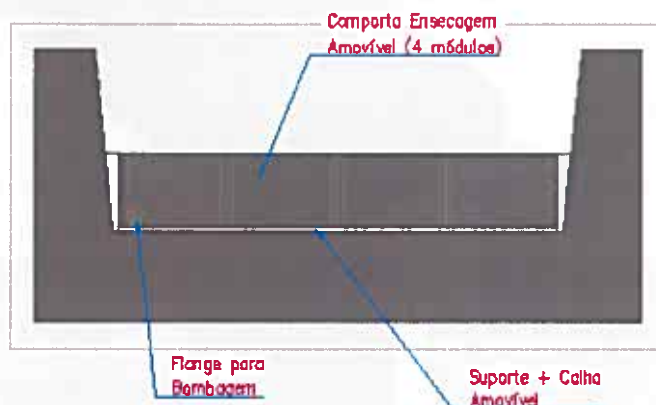
Na Doca Flutuante, aplicando o mesmo tipo de comporta e peça fixa, consegue-se que a retenção de águas neste elemento seja idêntica à do plano inclinado.



Figura 3 - Doca Flutuante

Neste caso, a única diferença em relação ao plano inclinado é que terá apenas de efectuar pequenas adaptações nas zonas de montagem das comportas conforme esquema abaixo.





Desenho n.º7 e 8 - Representação esquemática da Comporta Ensacagem na Doca Flutuante

De notar que será necessário proceder a aspiração com o Joper que se aproxima da doca, sendo importante que a doca se incline ligeiramente para criar uma pendente de escoamento preferencial.

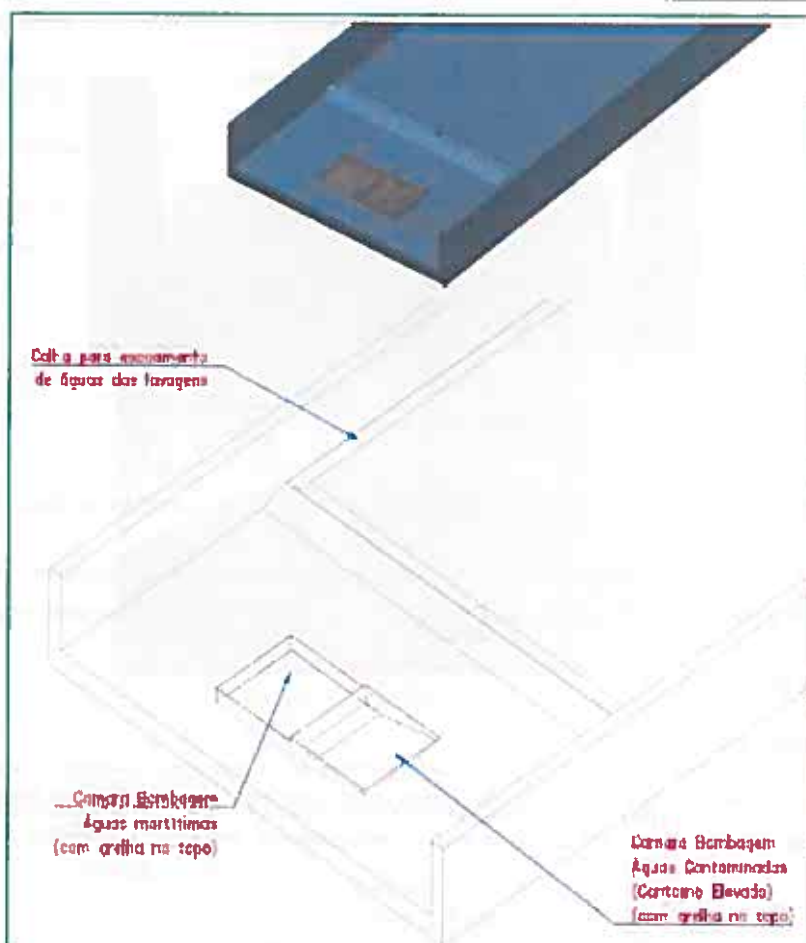
4.3 DOCA SECA

4.3.1 Solução equacionada

A criação de caleiras e zona de retenção de águas contaminadas no poço existente faz com que neste caso não seja necessário o uso de ensacagem, reduzindo-se tempos de trabalho e consequentes custos.

Trata-se de criar caleira com escoamento para o poço existente e dentro do mesmo sectionar em dois poços:

- Poço 1 que recebe as águas contaminada provenientes da doca seca, bastando para isso um volume de 2 a 3 m³ com instalação de bomba.
- Poço 2 (actual e existente) que bombeia as águas provenientes da comporta (não contaminadas) directamente para o rio.



Desenho n.º 9 - Representação esquemática do sistema a aplicar na Doca Seca, com caleira de encaminhamento das águas para segundo compartimento do poço de bombagem existente

Neste caso, a extracção das águas poderá ser feito por duas formas:

- Bombagem submersível no compartimento do poço que receberá água de lavagem
- Aspiração com cisterna Joper, auxiliada por motobomba de trasfega, que assegura a bombagem desde a doca até ao cimo da doca, onde poderá estar a cisterna

4.4 ASPIRAÇÃO E TRANSPORTE DAS ÁGUAS POR CISTERNA JOPER

4.4.1 Solução equacionada

Como foi referido anteriormente, a recolha das águas de lavagem/Hidrodecapagem e respectivo transporte até aos pontos de entrega, será efectuado por cisterna do tipo Joper. Este sistema é constituído por cisterna de 12000litros de capacidade, instalada num atrelado com rodado, que necessita de ser rebocado por uma viatura.

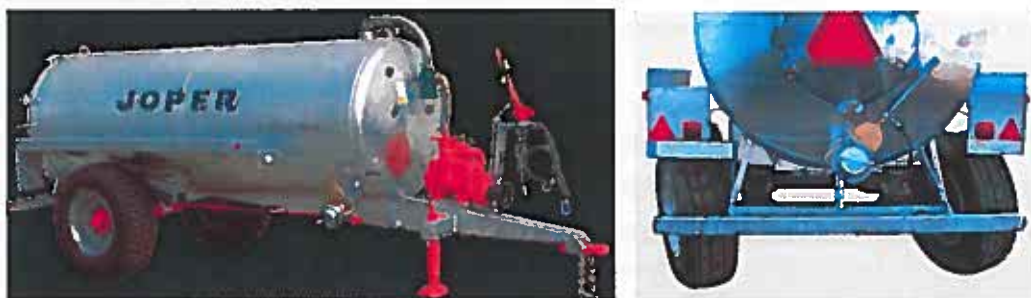


Figura 4 – Cisterna joper para aspiração e transporte das águas

O cliente dispõe de meios para locomoção deste sistema e será uma solução mais económica do que efectuar uma rede de escoamento das águas, de recolha de zonas bastante afastadas. Esta cisterna permite recolher não apenas as águas de lavagem/Hidrodecapagem dos navios, mas também as da lavagem química e da galvanoplastia, caso se opte pelo seu tratamento.

Este sistema está dotado de bomba que efectua a aspiração a vácuo das águas, conseguindo por isso aspirar até profundidades de 7m e alturas de lâmina líquida ínfimas.

A vantagem destas bombas é que a aspiração é feita por vácuo/sucção, pelo que o conteúdo aspirado não passa no interior da bomba, evitando entupimento/desgaste.

4.4.2 Remoção de sólidos

- Na extremidade da mangueira de aspiração das águas de lavagem poderá ser instalada uma malha/rede de protecção que evita a aspiração de sólidos de maiores dimensões para o interior da cisterna.
- A tamisação/gradagem do efluente propriamente dita seria efectuada na ETAR. Inicialmente equacionou-se a possibilidade de instalar o equipamento de crivagem na alimentação à cisterna, mas a aspiração para o seu interior é feita através da criação de condições de vácuo, o que não é compatível com a passagem da água num sistema de crivagem, onde a água necessita de cair livremente no seu ponto de admissão.

**TEKBOX**

Water engineering

Data

28-03-2016

Lingua

pt

Edição/Revisão

1

Página

16 (77)

De qualquer forma, esta medida seria para minimizar a contaminação da cisterna, que tem forma de ser controlada. A escotilha traseira abre, a todo o diâmetro da cisterna, tendo fácil acesso ao interior para lavagem do seu conteúdo. Este procedimento pode ser efectuado no final de cada ciclo de utilização da cisterna, para evitar que fique com resíduos no seu interior por longos períodos (sem utilização).

-Os sólidos de maiores dimensões (craca e outros) que não passam através da malha/rede de protecção da mangueira da bomba ficarão no pavimento (seja nos planos inclinados, seja nas docas), devendo no final da operação ser varridos e depositados num contentor (como resíduo), protegendo assim o meio hídrico.

4.4.3 Bombagem de trasfega opcional

Opcionalmente pode ser adquirida uma bomba de trasfega, que permite aspirações a maior profundidade, o que será relevante apenas no caso da Doca Seca.



5 CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DAS ÁGUAS RESIDUAIS / PRESSUPOSTOS

Para ser possível a definição de soluções tratamento e avaliação de custos de tratamento houve necessidade de conhecer a qualidades das diferentes águas residuais bem como as quantidades produzidas anualmente. Essa informação fará parte dos pressupostos assumidos no estudo.

5.1 ÁGUAS DE LAVAGEM / HIDRODECAPAGEM DOS NAVIOS

5.1.1 Caracterização Quantitativa

Com base em informação transmitida pelo cliente, a operação de lavagem / hidrodecapagem de um navio (de maiores dimensões) poderá traduzir-se num consumo de água de 8000 a 16000 L/dia, com recurso a 1- 2 máquinas, respectivamente, ao longo de 8 horas de trabalho diárias. Uma vez que estas actividades são feitas no exterior, e como tal, poderão decorrer debaixo de chuva intensa, um volume acrescido de água tem que ser considerado sobre estes valores.

Em termos de quantidade de navios intervencionados nas instalações do cliente anualmente o valor pode variar, estimando-se uma média de 3-4 navios por local (Doca Seca, Doca Flutuante, Planos Inclinados).

Não se prevê a intervenção de dois navios em simultâneo em dois pontos diferentes, uma vez que a equipa responsável pela operação de lavagem/hidrodecapagem é a mesma.

A operação de lavagem/hidrodecapagem geralmente fica concluída em 1-2 dias.

Com base nestes elementos, estima-se, assim:

Quadro II – Estimativa de efluente a tratar – Lavagem / Hidrodecapagem de Navios

Parâmetro	Valor	Unidade
Volume de água máximo por navio	25	m ³
Total de navios	12	/ano
Volume de água a tratar	300	m ³ /ano

Salienta-se que o valor de caudal anual a tratar de águas de lavagem de navios indicado é um valor de referência, para os cálculos efectuados, quer de dimensionamento de órgãos e equipamentos, quer de avaliação das necessidades de transporte e bombagem, e não limita / condiciona, de forma alguma, as infra-estruturas pensadas, caso haja necessidade de se tratar mais ou menos volume.

5.1.2 Caracterização Qualitativa

O estudo sobre as águas de lavagem dos navios teve por base os seguintes elementos:



- Boletins de análise de água de lavagem de navio – Doca Seca (Agosto de 2012) - disponibilizados pelo cliente (referências 1208/11264 e 1208/12199)

- Amostra de água de lavagem do navio Mondego – Doca Flutuante (23/12/2015); Volume: 6,5 Litros

- Amostra de água de lavagem de navio – Plano inclinado 3(21/01/2016); Volume: 20 Litros

Estas duas amostras, recolhidas de pontos diferentes, serviram de base à realização de ensaios de tratabilidade e análises de caracterização qualitativa. Uma vez que o volume disponível de amostras de teste era limitado e já se dispunha de duas caracterizações laboratoriais bastante completas de amostras anteriores (2012), optou por utilizar-se as amostras disponíveis directamente nos ensaios de tratabilidade e fazer a caracterização analítica no final, aos efluentes tratados dos ensaios com melhores resultados. Analisando a informação disponível sobre a qualidade das águas de lavagem analisadas em 2012 verifica-se que não é possível fazer o seu encaminhamento directo para a linha de água nem para colector municipal, sem um pré-tratamento.

Quadro III – Caracterização qualitativa de amostras de água de hidrodecapagem (2012)

Parâmetro	Amostra 31/8/2012	VLE Rio	VLE Colector	Unid.	Amostra 8/8/2012	VLE Rio	VLE Colector	Unid.
SST	1900	60	1000	mg/l	1200	60	1000	mg/l
CQO	3100	150	2000	mg/l	1500	150	2000	mg/l
CBO5	1300	40	1000	mg/l	700	40	1000	mg/l
pH	8,1	6-9	6-9	E.S.	8,3	6-9	6-9	E.S.
Fenóis	0,46	0,5	10	mg/l	0,12	0,5	10	mg/l
Óleos e gorduras	46	15	100	mg/l	22	15	100	mg/l
Sulfatos	1000	2000	1500	mg/l	220	2000	1500	mg/l
Fósforo	2,2	10	(20)	mg/	6,7	10	(20)	mg/
Azoto Total	18	15	(90)	mg/	17	15	(90)*	mg/
Aldeídos	0,17	1	(1)	mg/	0,13	1	(1)*	mg/
Cianetos	<0,010	0,5	1	mg/l	<0,010	0,5	1	mg/l
Hidroc. Totais	30	15	15	mg/l	16	15	15	mg/l
Detergentes	0,21		75	mg/l	0,28		75	mg/l
Alumínio	25	10	30	mg/l	36	10	30	mg/l
Ferro	62	2	(20)*	mg/l	50	2	(20)*	mg/l
Manganês	0,6	2	(2)*	mg/l	0,4	2	(2)*	mg/l
Arsénio	0,005	1	1	mg/l	0,005	1	1	mg/l
Chumbo	4,6	1	5	mg/l	2,5	1	5	mg/l
Cadmio	<0,05	0,2	1	mg/l	<0,05	0,2	1	mg/l
Crómio	0,17	2	5	mg/l	0,52	2	5	mg/l
Crómio VI	<0,004	0,1	1	mg/l	<0,04	0,1	1	mg/l
Cobre	4,4	1	5	mg/l	3,3	1	5	mg/l
Níquel	<0,3	2	5	mg/l	<0,3	2	5	mg/l



Mercurio	0,005	0,05	1	mg/l	0,008	0,05	1	mg/l
-----------------	-------	------	---	------	-------	------	---	------

Excedência do VLE Linha de água (DL 236/98 21 de Agosto)

Excedência do VLE do colector municipal (Regulamento SMAS Almada)

*não está especificado no regulamento dos SMAS Almada mas é o valor normalmente estabelecido

Assinalaram-se a sombreado os casos em que houve excedência dos resultados obtidos nos diferentes parâmetros em relação aos Valores Limite de Emissão (VLE) de descarga em linha de água e / ou de descarga no colector dos SMAS.

Como se pode verificar, quando comparando com os limite de descarga em linha de água, grande parte dos parâmetros excede os respectivos limites. No caso da descarga em colector municipal, a situação é menos gravosa, continuando no entanto a verificar-se parâmetros com valores acima dos limites admissíveis. Assim, independentemente do destino a dar a estas águas, algum nível de tratamento será obrigatoriamente necessário.

Em relação às amostras mais recentes (2015 e 2016), não foram analisados todos estes parâmetros (por indisponibilidade de volume de amostra) mas ainda assim, no leque de parâmetros analisados verificaram-se excedências em relação aos valores limite de emissão, quer em linha de água, quer em colector municipal, como é visível no quadro seguinte.

Quadro IV – Caracterização qualitativa de amostras de água brutas de hidrodecapagem (2015/2016)

Parâmetro	Amostra 1 Bruta 2015 (Boletim 2964)				Amostra 2 Bruta 2016 (Boletim 2966)			
	VLE Rio	VLE Colector	Unid		VLE Rio	VLE Colector	Unid.	
CQO	490	150	2000	mg/l	1400	150	2000	mg/l
CBO5	10	40	1000	mg/l	80	40	1000	mg/l
Alumínio	5,1	10	30	mg/l	22	10	30	mg/l
Ferro	13	2	(20)*	mg/l	37	2	(20)*	mg/l
Chumbo	0.06	1	5	mg/l	0.19	1	5	mg/l
Cadmio	<0.01	0,2	1	mg/l	0.06	0,2	1	mg/l
Crómio	<0.05	2	5	mg/l	0.07	2	5	mg/l
Crómio VI		0,1	1	mg/l		0,1	1	mg/l
Cobre	24	1	5	mg/l	31	1	5	mg/l
Níquel	<0,05	2	5	mg/l	0.05	2	5	mg/l
Mercúrio	<0.001	0,05	1	mg/l	<0.001	0,05	1	mg/l
Conductividade	18130	-	(3000)	us/cm	3440	-	(3000)	us/cm
Cloretos	7600			mg/l				

Amostra 1 – Doca Flutuante

Amostra 2 – Plano inclinado n.º3

*não está especificado no regulamento dos SMAS Almada mas é o valor normalmente estabelecido

Também com base nesta informação se verifica que há necessidade de fazer um pré-tratamento às águas provenientes da lavagem/hidrodecapagem dos navios, antes do seu lançamento em linha de água ou colector municipal. No caso do destino final ser a linha de água, o tratamento deverá corrigir mais parâmetros (mais valores assinalados no Quadro), do que no caso do destino final ser o colector municipal.

5.1.3 Ensaios de Tratabilidade

5.1.3.1 Jar Tests

Na figura seguinte pode observar-se o aspecto das amostras brutas (não tratadas) da água proveniente da lavagem dos dois navios. A amostra 1 corresponde às águas de lavagem do navio do Mondego (Dezembro 2015 na Doca Flutuante) e a amostra 2 corresponde às águas de lavagem do navio do Plano Inclinado n.º3 (Janeiro 2016).



Figura 5 – Amostras brutas de água de lavagem de navios (Amostra 1- Navio Mondego Doca Flutuante – 27/12/2015; Amostra 2- Navio Plano Inclinado n.º3– 20/01/2016)

Após uma primeira caracterização analítica expedita das duas amostras, com determinação de concentração de CQO, SST, pH, Ferro, foram efectuados vários ensaios de tratamento físico-químico, nomeadamente:

- Avaliação do tipo de carga existente nas amostras (solúvel, coloidal, suspensa,...)
- Avaliação da eficiência de decantação das amostras brutas (determinação de CQO antes e após decantação);
- Realização de ensaios de coagulação / floculação às amostras brutas (tal e qual) e às amostras brutas após decantação);
- Realização de ensaios de coagulação / floculação, com diferentes coagulantes (ferro, alumínio, ...) e diferentes gamas de dosagem – *Jar test*;
- Realização de ensaios de coagulação / floculação, com diferentes dosagens de floculante - *Jar test*;
- Realização de ensaios de coagulação /floculação com prévia subida de pH para diferentes patamares e com reagentes diferentes (soda, cal, ...) - *Jar test*;
- Avaliação da eficiência da decantação das lamas após coagulação-floculação;

Uma vez que as duas amostras brutas de que se dispunha, representativas da actividade de lavagem/hidrodecapagem dos navios, apresentavam algumas diferenças importantes entre si, em termos de qualidade e, consequentemente, de comportamento nos ensaios, procurou orientar-se os testes de

tratabilidade para soluções que funcionassem bem com ambas, uma vez que nas condições reais de funcionamento da actividade do cliente, também é expectável que haja diferenças na qualidade das águas a tratar.



Figura 6 – Ensaios de Tratabilidade (Amostra 1 e Amostra 2) – Teste de Decantação

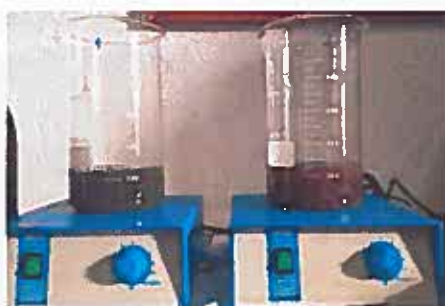


Figura 7 – Ensaios de Tratabilidade (Amostra 1 e Amostra 2) – Etapa de floculação



Figura 8 – Etapa de Floculação (pormenor)

Nos ensaios que apresentaram visualmente melhores resultados, com melhor comportamento a nível de coagulação, floculação e decantação, foram feitas novas análises ao efluente tratado dessas amostras, por forma a avaliar-se não só as concentrações obtidas, como as eficiências de remoção conseguidas. Os ensaios com melhores resultados serviam de ponto de partida a novos ensaios, num processo "iterativo" de aproximação ao tratamento mais eficaz. Algumas amostras de efluente tratado foram enviadas para laboratório para uma caracterização mais abrangente, a um maior número de parâmetros. Apresentam-se de seguida fotografias dos ensaios com melhores resultados.



Figura 9 – Amostras 1 e 2 após tratamento

É possível verificar, após tratamento, uma separação eficiente entre as lamas e o clarificado das amostras. Os clarificados obtidos foram submetidos a novas análises por forma a conseguir avaliar-se a eficácia de remoção do tratamento e avaliar a qualidade atingida no efluente tratado.



Figura 10 – Diferentes ensaios das amostras 1 e 2 após tratamento (visto de cima)

Nota relevante - Condutividade

As duas amostras testadas, provenientes de operações de lavagem/hidrodecapagem de locais diferentes, tinham características diferentes, tendo-se evidenciado uma em especial, no decorrer do estudo: a condutividade, que traduz a presença de sais na água.

A amostra de água de lavagem 1 proveniente da Doca flutuante tinha uma condutividade muito superior à da amostra 2, recolhida na Doca Seca (18130 us/cm e 3440 us/cm, respectivamente). Tendo em conta os pontos de colheita, esta diferença traduz a interferência da água do rio, na actividade de hidrodecapagem e alerta para a necessidade de ter este aspecto em consideração.



Nota: Foi inclusivamente feita uma determinação de condutividade na água do rio em meados de Fevereiro, que apresentava um valor de condutividade de 33000 us/cm (forte influência da maré).

Em termos de estudo, atribuiu-se esta causa aos valores "irregulares" e pouco lógicos que se obtiveram em ensaios da amostra, nomeadamente nas análises feitas ao parâmetro CQO.

Numa perspectiva futura de encaminhamento das águas de lavagem dos navios para tratamento, será fundamental acautelar esta situação, estabelecendo o procedimento inicial de saída destas águas (exteriores) antes do começo da operação de lavagem. Não se pretende tratar as águas do rio, mas sim as resultantes das operações de lavagem/hidrodecapagem.

Valores desta ordem de grandeza de condutividade (18000 us/cm) não serão admitidos em colector municipal; nem são recomendáveis para uma ETAR biológica, na medida em que afecta directamente os microrganismos. O regulamento dos SMAS de Almada não impõe directamente um valor limite para o parâmetro condutividade, mas geralmente, os regulamentos estabelecem valores limite próximos de 3000 us/cm.

Resultados obtidos

Os ensaios efectuados às amostras de água bruta permitiram obter elevadas eficiências de tratamento, nomeadamente no que diz respeito a remoção de carga orgânica poluente bem como precipitação de metais, nas amostras de água tratada. Não havendo muito volume de amostra disponível, os parâmetros que se decidiu analisar nesta etapa foram, por isso, o CQO, CBO5 e alguns metais.

Quadro V – Caracterização qualitativa de amostras de água tratada de hidrodecapagem (2015/2016)

Parâmetro	Amostra 1 Tratada 2015 (Boletim 2965)				Amostra 2 Tratada 2016 (Boletim 2967)			
	VLE Melo Hídrico	VLE Colector	Unid.		VLE Melo Hídrico	VLE Colector	Unid.	
CQO	610	150	2000	mg/l	220	150	2000	mg/l
CBO5	40	40	1000	mg/l	80	40	1000	mg/l
Alumínio	0.22	10	30	mg/l	3.5	10	30	mg/l
Ferro	0.10	2	(20)*	mg/l	0.60	2	(20)*	mg/l
Chumbo	<0.05	1	5	mg/l	<0.05	1	5	mg/l
Cadmio	<0.01	0,2	1	mg/l	<0.01	0,2	1	mg/l
Crómio	<0.05	2	5	mg/l	0.10	2	5	mg/l
Cobre	0.39	1	5	mg/l	4.0	1	5	mg/l
Níquel	<0.05	2	5	mg/l	0.06	2	5	mg/l
Mercúrio	<0.001	0,05	1	mg/l	<0.001	0,05	1	mg/l
Condutividade	17600	-	(3000)*	us/cm	3500	-	(3000)	us/cm
Cloretos	7700			mg/l				

Amostra 1 – Doca Flutuante

Amostra 2 – Plano Inclinado n.º3



No final do tratamento físico-químico, com base nas análises feitas, ambas as amostras adquiriam qualidade para ser descarregados no colector municipal mas não na linha de água.

Como referido anteriormente, o regulamento dos SMAS de Almada não define como cumprimento obrigatório o limite para o parâmetro condutividade. A amostra 2 aproxima-se do que será aceitável de encaminhamento em colector. A amostra 1, eliminando-se a interferência inicial, também é expectável que ficasse na mesma ordem de valores.

Quadro VI - Eficiências de remoção do tratamento físico-químico

Parâmetro	Eficiência de remoção (%)	
	Amostra 1	Amostra 2
CBO5	0% (Praticamente inexistente)	0% (Praticamente inexistente)
CQO	≤20%**	84%
Cobre	98%	87%
Ferro	99%	98%
Alumínio	96%	84%
Chumbo	16% (Praticamente inexistente)	74%
Cádmio	Inexistente	83%
Crómio	Inexistente	0% (Praticamente inexistente)
Níquel	Inexistente	0% (Praticamente inexistente)
Mercúrio	Inexistente	Inexistente

Destes resultados destacam-se 3 conclusões principais:

- Os metais, quando existentes, precipitam nas lamas, sendo removidos da fase líquida para valores ínfimos/residuais.
- O efluente é compatível com os valores limite do colector municipal mas não ainda com os de linha de água, necessitando, para isso, de uma etapa adicional.
- O efluente, após o tratamento físico-químico não tem praticamente carga orgânica degradável biologicamente (CBO₅). Nota: ainda assim foi testado um ensaio biológico para avaliação do comportamento das amostras (pelas razões explicadas de seguida)

5.1.3.2 Ensaio Biológico

Ao contrário dos elevados valores de CBO₅ verificados nas análises de 2012 nas amostras de água de lavagem dos navios não tratadas, as amostras mais recentes (2015/2016) apresentaram valores bastante reduzidos. Consequentemente, como os valores já eram baixos, nas amostras disponíveis não havia grande potencial de remoção de carga poluente (CBO₅) num segundo estágios de tratamento,

após o físico-químico, nomeadamente, por via biológica. De qualquer modo efectuaram-se dois ensaios distintos, para avaliação da remoção de CQO:

- Ensaio 1- simulação de tratamento biológico do efluente tratado no físico-químico da Amostra 1 (mistura de várias amostras, com diferentes qualidades)
- Ensaio 2- simulação de tratamento biológico do efluente tratado no físico-químico da Amostra 2 (mistura de várias amostras, com diferentes qualidades)

O ensaio ocorreu num reaktor (à escala laboratorial) com sistema de arejamento (introdução de oxigénio –ar), onde foi colocado "licor misto", com lama activada, trazido do tanque de arejamento de uma ETAR e o substrato a degradar, isto é, os clarificados dos ensaios físico-químicos. Foram recolhidas amostras do efluente ao longo do tempo de arejamento para análise de CQO, que não cumpre o limite de descarga em linha de água.



Figura 11 – Amostra do ensaio biológico (após físico-químico)

Em termos de CBO₅, as amostras recolhidas antes e após o biológico, foram analisadas em laboratório acreditado, tendo-se obtido valores equivalentes antes e depois do arejamento. Porém, dada a escassez de volume, as amostras foram diluídas para "encaixarem" nas gamas de trabalho possíveis. Consequentemente, os resultados obtidos poderão ter algum erro associado. Além disso, as concentrações, à partida, já eram relativamente baixas.

Nota: As amostras brutas tinham valores muito mais baixos do que as de 2012. Eventualmente havendo disponíveis nas amostras mais semelhantes com essas, ter-se-ia um teste biológico mais eficiente.

O objectivo era verificar se havia degradação ao longo do tempo.

No que diz respeito a CQO obtiveram-se os seguintes resultados:

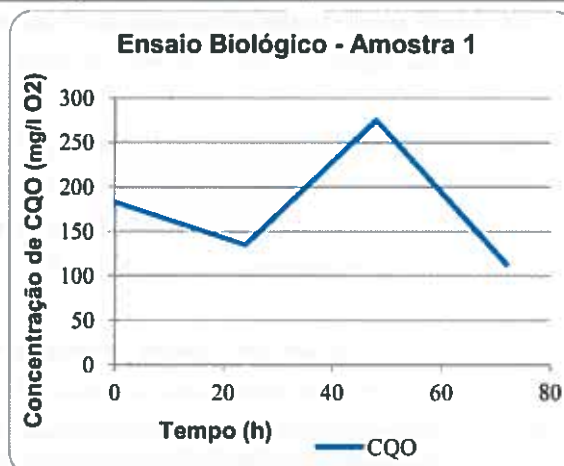


Figura 12 – Degradação da amostra 1* no ensaio biológico (após tratamento físico-químico)

*concentração de cloretos elevada

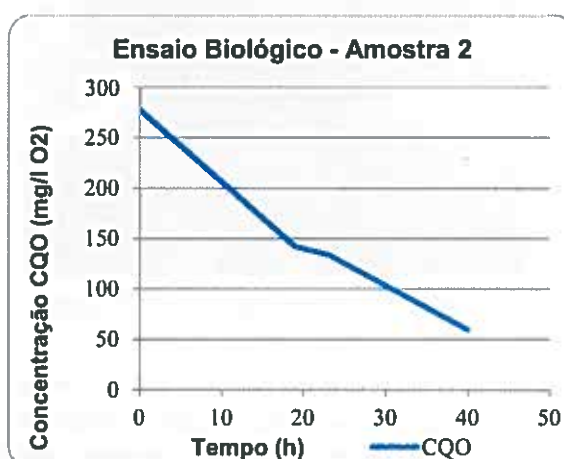


Figura 13 – Degradação da amostra 2 no ensaio biológico (após tratamento físico-químico)

O objectivo do ensaio foi verificar se ocorria degradação por via biológica da carga poluente que permaneceu em solução após o ensaio físico-químico. No caso da amostra 1, associa-se que o traçado da curva esteja relacionado com interferência pela presença de cloretos. Seja na determinação da análise do CQO, seja na "toxicidade" que provocam aos microrganismos. No caso da amostra 2, cuja presença de cloretos (condutividade) era reduzida, os valores obtidos serão mais fidedignos. Nesse caso, a forma da curva indicia a degradação da carga de forma linear e contínua, ao longo do tempo.

Nota: A concentração inicial do ensaio (no tempo 0) não corresponde exclusivamente à concentração do clarificado dos ensaios físicos-químicos, pois havia presença de algum volume, ainda que reduzido, do clarificado do "licor misto" utilizado, para inoculação das lamaz.



Assim, a curva traduzida no gráfico vale pela sua forma e não exactamente pelos valores de concentração de CQO, pois a concentração inicial foi influenciada pelo licor misto original das lamas.

O ensaio biológico foi equacionado enquadrado no cenário de se tratarem as águas residuais domésticas localmente, numa ETAR dedicada para descarga em meio hídrico, em alternativa à descarga no colector dos SMAS e nesse caso poderia receber também as águas residuais provenientes do tratamento físico-químico para remoção da carga ainda existente, de modo a poder ser feita uma descarga na linha de água, das águas tratadas.

5.2 ÁGUAS DA LAVAGEM QUÍMICA ("TRATAMENTO QUÍMICO DA MECÂNICA")

Relativamente às águas da lavagem química, foram recolhidas amostras no tanque enterrado, que recebe as águas "diluídas" da actividade de lavagem do tratamento químico da mecânica. Nestas operações são utilizados desincrustantes, decarbonizantes e desengordurantes a frio. Parte das amostras recolhidas foram enviadas para laboratório, para uma caracterização completa e outra parte foi utilizada para testes.

Verificou-se bastante heterogeneidade entre as amostras recolhidas, algumas com grande quantidade de matéria sólida. O tanque é apenas de acumulação, não dispondo de sistema de mistura.

5.2.1 Caracterização Quantitativa

Relativamente ao histórico de produção anual destes efluentes, segundo o cliente, não tem sido regular. No ano de 2014, por exemplo, foram encaminhados para tratamento/destino final 180 toneladas de efluente, com aspirações do tanque nos meses de Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Maio e Setembro.

Face ao histórico irregular, para efeitos de estudo, considerou-se um cenário desfavorável, prevendo-se o esvaziamento do volume total do tanque de acumulação uma vez por mês.

Com base nestes elementos, estima-se, assim:

Quadro VII – Estimativa de volume de efluente a tratar- Lavagem Química

Parâmetro	Valor	Unidade
Volume de água máximo no tanque	41	m ³
Total de aspirações do tanque	12	/ano
Volume de água a tratar	492	m ³ /ano

5.2.2 Caracterização Qualitativa

Em termos de qualidade, foi feita uma caracterização detalhada em laboratório, tendo havido dificuldade na determinação de alguns parâmetros devido à presença de "bolhas de gorduras" e a à grande heterogeneidade apresentada pelas amostras, referida anteriormente.



Ao contrário do que seria de esperar, tendo em conta que se trata de águas de lavagem, com grande efeito de diluição, a análise concluiu que a carga poluente é bastante significativa. Da análise efectuada destacam-se alguns parâmetros com resultados mais relevantes e que se apresentam no quadro seguinte.



Quadro VIII – Caracterização qualitativa de amostras água residual bruta da galvanoplastia (parâmetros mais relevantes) (2016)

Parâmetro	Valor (Boletim 1179)	VLE Meio Hídrico	VLE Colector	Unidade
CBO5	200	40	1000	mg/lO ₂
CQO	3900*	150	2000	mg/lO ₂
pH	9,4	6 - 9	6 - 9	Escala sorensen
Óleos e gorduras	2700	15	100	mg/l
Fenóis	320	0,5	10	mg C ₆ H ₅ OH/l
Ferro	14	2	(20)	mg/l
Metais pesados	30		10	mg/l
Hidrocarbonetos totais	930	15	15	mg/l
Conductividade	1400	—	(3000)	us/cm
Níquel	0.44	2	5	mg/l
Cobre	2,2	1	5	
Sulfureto	0,253	1	1	mg/l S ₂

Estes foram os valores obtidos em laboratório, analisados sobre as primeiras amostras recolhidas no tanque enterrado (41 m³). No entanto, as amostras seguintes, apresentaram-se mais carregadas, chegando a valores de CQO, por exemplo, de *9800 a 11350 mg/l O₂, ou seja, 3 a 4 vezes mais concentradas do que a caracterizada em laboratório.

O efluente resultante da componente mais diluída, das lavagens, do tratamento químico da mecânica, com base nas amostras recolhidas, que serão representativas, apresentam bastante carga poluente, com muitos parâmetros a exceder os normativos de descarga, seja para linha de água, seja para colector municipal. Por este motivo, como alternativa ao actual encaminhamento directo para destino final, há o seu tratamento local, antes de qualquer descarga.

5.2.3 Ensaios de Tratabilidade

O efluente proveniente da lavagem química, é de difícil biodegradabilidade. No quadro anterior destacam-se alguns parâmetros mais críticos, que excedem em muito os valores máximos admissíveis: CQO, Fenóis, óleos e gorduras, hidrocarbonetos totais, etc.

Face à natureza e característica do efluente, não foi equacionado o tratamento biológico. Foram sim efectuados ensaios de tratabilidade físico-químico para avaliar o comportamento do efluente.

Foi definido um plano de ensaios semelhante ao estabelecido para as águas de lavagem dos navios, nomeadamente:

- Avaliação do tipo de carga existente nas amostras (solúvel, coloidal, suspensa, ...)
- Avaliação da eficiência de decantação da amostra bruta (determinação de CQO antes e após decantação);
- Realização de ensaios de coagulação / floculação às amostras brutas (tal e qual) e às amostras brutas após decantação;
- Realização de ensaios de coagulação / floculação, com diferentes coagulantes (ferro, alumínio, ...) e diferentes gamas de dosagem – *Jar test*;
- Realização de ensaios de coagulação / floculação, com diferentes dosagens de floculante - *Jar test*;
- Realização de ensaios de coagulação /floculação com prévia subida de pH para diferentes patamares e com reagentes diferentes (soda, cal, ...) - *Jar test*;
- Avaliação da eficiência da decantação das lamas após coagulação-floculação;

5.2.3.1 Jar tests

Alguns dos ensaios de *Jar test* foram efectuados exclusivamente à amostra da lavagem química, e outros foram feitos à mistura de amostra de lavagem química com amostra de água de lavagem do navio, ou seja, com uma amostra mista dos dois efluentes brutos (não tratados) numa proporção de 50/50.

Os ensaios com estas amostras apresentaram melhores resultados, pelo contributo dado pela amostra da água de lavagem dos navios, menos carregada. No entanto, optou por considerar-se o cenário mais desfavorável, de tratamento individualizado às águas da lavagem química, pelo facto de em condições reais haver necessidade de esvaziar o tanque e não haver (nem previsão de) existência de água de lavagem/hidrodecapagem dos navios.



Figura 14 – Amostra bruta da água de lavagem química (tratamento químico da mecânica)

Em termos de aspectos relevantes da amostra bruta, verificou-se que:

- CQO (em amostras diferentes) da água residual bruta variou entre 3900 e 11350 mg/l O₂;
- pH alcalino
- Matéria sólida flotável

Apenas com separação física (decantação) não se conseguiu atingir eficiências superiores a 50%.



Figura 15 – Aspecto da amostra do ensaio após tratamento (visto de cima)

Nos ensaios de jar test efectuados, verificou-se que as lamas sedimentavam, arrastando também a fracção sólida que inicialmente flotava.

O principal parâmetro de controlo nos vários ensaios efectuados foi o CQO e apesar do bom aspecto (visual) do clarificado, depois do acerto de pH > coagulação> floculação> decantação, nos melhores ensaios na pior amostra, o CQO apresentava valores ainda elevados.

Quadro IX – Concentração de CQO no decorrer do ensaio físico-químico

Parâmetro	Concentração inicial	Concentração final (após físico-químico)		Unidade
	Amostra Bruta "pior"	Ensaio 1	Ensaio 2	
CQO	11350	4800	5200	mg/lO ₂
VLE meio hídrico	-	150	150	
VLE SMAS	-	2000	2000	

Ou seja, esta remoção traduz-se nas seguintes eficiências de tratamento:

Quadro X- Eficiências de remoção do tratamento físico-químico (amostra lavagem química)

Parâmetro	Eficiência de remoção (%)	
	Ensaio 1	Ensaio 2
CQO	58%	54%

No final do tratamento físico-químico, quando as amostras de água bruta são mais "carregadas", o parâmetro CQO fica acima dos valores limite de descarga, seja em linha de água, seja em colector municipal. No caso da amostra enviada para laboratório, esta eficiência de tratamento seria suficiente para que o parâmetro CQO descesse para valores abaixo do VLE. Seria expectável uma concentração próxima de 1600 mg/l O₂ e a precipitação dos metais detectados, pois o tratamento havia já revelado ser



eficaz para esses elementos nas águas de lavagem dos navios. No entanto, quando a amostra bruta e mais concentrada este objectivo (do CQO) já não é atingido.

Nota: Nos ensaios subiu-se o valor de pH para o mesmo patamar, por se ter revelado eficiente na precipitação dos metais.

A eficiência de remoção do Ferro foi elevada, rondando os 78% (redução de 14 mg/l para 3 mg/l Fe) - cor ligeiramente alaranjada visível na fotografia do ensaio.

Para além do CQO, no final dos ensaios era possível observar matéria flutuante (óleos) no sobrenadante / clarificado da amostra. Além destes, mantem-se outro parâmetro problemático, que não é removido eficazmente por esta via e apresenta uma concentração inicial elevada, e muito superior aos valores limite admitidos: os fenóis.

5.2.3.2 Tratamento adicional

Com base nos ensaios definidos e numa perspectiva de descarga em linha de água ou colector, o tratamento físico-químico teria que ser complementado.

Tendo em conta os parâmetros a corrigir, e principalmente à presença de fenóis em grande quantidade, uma possibilidade é o tratamento fotoquímico, ou seja, num processo combinado de radiação Ultravioleta e oxidação, com um forte agente oxidante. Esta etapa ficaria após o tratamento físico-químico, sendo aplicada ao clarificado final, daí proveniente.

Trata-se de uma solução relativamente compacta, mas que apresenta custos de exploração consideráveis nomeadamente no que diz respeito ao consumo energético. Por este motivo, como explicado mais à frente, sugere-se um sistema de menores dimensões de baixo caudal, de em relação ao caudal horário definido para o tratamento físico-químico, para tratamento de forma mais lenta desta fracção de águas residuais.

5.3 ÁGUAS DA GALVANOPLASTIA

Aquando a realização do estudo, a galvanoplastia não se encontrava ainda a funcionar, pelo que não foi possível a recolha de amostras para realização de ensaios. Da mesma forma, não existe histórico de funcionamento e, consequentemente, de volume de efluente gerado anualmente.

5.3.1 Caracterização Quantitativa

Como referido anteriormente, não existe histórico e previsão de volume gerado por esta actividade. De acordo com informação do cliente, face à necessidade de se partir de um pressuposto, definiu-se uma periodicidade de esvaziamento dos tanques existentes.

**Quadro XI– Volume dos Tanques de Armazenagem da Oficina de Galvanoplastia**

Tanque de Armazenagem	Volume	Unidade
Efluentes Alcalinos	3	m ³
Efluentes com Cianetos	3	m ³
Efluentes Ácidos e águas de Lavagem de pavimento	7	m ³

Por necessidade de estabelecer um volume de caudal a tratar, assumiu-se, com orientação do cliente, o esvaziamento dos tanques numa periodicidade trimestral.

Com base nestes elementos, estima-se, assim:

Quadro XII – Estimativa de volume de efluente a tratar - Galvanoplastia

Parâmetro	Valor	Unidade
Volume dos tanques	13	m ³
Frequência de esvaziamento	4	/ano
Volume de água a tratar	52	m ³ /ano

5.3.2 Caracterização Qualitativa

Na falta de amostras disponíveis para serem caracterizadas qualitativamente, analisou-se a informação disponibilizada sobre os banhos da galvanoplastia, nomeadamente os produtos aplicados. Daqui identificou-se um detalhe importante que consiste na presença de cianetos no efluente, em concentrações que serão certamente bastante superiores aos reduzidos valores limite estabelecidos pelos regulamentos de descarga.

Quadro XIII – Estimativa de volume efluente da galvanoplastia

Parâmetro	Cianetos	Unidade
VLE meio hídrico	0,5	mg/l CN
VLE SMAS	1	

Para além dos cianetos, cuja presença será mais acentuada em relação às restantes águas residuais em estudo, a tratar, é expectável ainda um forte contributo de Azoto neste efluente.

Nota: Esta situação assume maior importância no cenário de descarga da água tratada em meio hídrico, e numa passagem num sistema de tratamento biológico e, respectivo cálculo da taxa de recursos hídricos. A "favor" há o facto do caudal expectável ser bastante reduzido comparativamente as restantes fontes.



5.3.3 Testes de tratabilidade

Face à inexistência de amostras não foi possível efectuar ensaios, ainda assim, tendo em conta a qualidade expectável para estes efluentes, assumiu-se o seu tratamento por via físico-química, na linha de tratamento físico-químico geral, e comum para as outras duas águas referidas anteriormente (lavagem navios e lavagem química), mas com uma variante. Estando prevista a presença de cianetos, considerou-se uma etapa primária, necessária para a remoção destes compostos, antes do seu encaminhamento e tratamento na linha "geral". Este pré-tratamento, de eliminação de cianetos, consiste na sua oxidação a cianatos e destruição destes com libertação de azoto e dióxido de carbono, e outras substâncias inofensivas. Estas reacções ocorrem em condições específicas de pH e redox controlados pré-estabelecidos.

5.4 ÁGUAS "OLEOSAS" (LAVAGEM DAS PEÇAS DA MECÂNICA, DOS TANQUES E PORÕES DOS NAVIOS)

As "águas oleosas" são provenientes da lavagem das peças da mecânica, dos tanques e dos porões dos navios. Actualmente são recolhidas e armazenadas para contentores de 1000 Litros (IBC) sendo encaminhadas directamente para destino final.

Estas águas apresentam uma grande variabilidade em termos de qualidade, face à "imprevisibilidade" do conteúdo dos seus locais de origem. O cliente alertou para este facto e efectivamente aquando a recolha das amostras foi possível observar amostras de aspecto diferente (coloração, ...).

Foram recolhidas amostras

Nota: Um aspecto relevante deste efluente é o custo mais baixo de encaminhamento para destino deste "resíduo" em relação aos outros efluentes, que estará relacionado pelo seu potencial de valorização de óleos.

5.4.1 Caracterização Quantitativa

No ano passado (2015), segundo dados fornecidos pelo cliente, foram recolhidos pelo operador de resíduos 419 toneladas deste efluente.

Deste modo, estima-se que:

Quadro XIV – Estimativa de quantidade de efluente a tratar – "Águas Oleosas"

Parâmetro	Valor	Unidade
Volume de água a tratar	419	Ton/ano

Face ao elevado teor de óleos, a densidade deste efluente será inferior a 1 e como tal o volume em m³ será pouco superior a este valor.

5.4.2 Caracterização Qualitativa

Foram recolhidas amostras deste efluente para análise laboratorial e ensaios. Numa perspectiva de se apresentar uma solução mais ajustada, optou-se por recolher amostra dum contentor (IBC) com efluente carregado, em detrimento de outros aparentemente mais "leves".

Esta amostra foi a mais crítica de caracterizar em laboratório uma vez que não preenche os "requisitos" para poder ser analisado como matriz "água", nos laboratórios. Isto deve-se ao facto de a sua composição ter uma maior percentagem de óleo do que água. Houve, por isso, necessidade de encaminhar parte da amostra para um laboratório especializado em efluentes do tipo combustível. Ainda assim, alguns dos parâmetros que se pretendia analisar não foi, de todo, possível. Um destes parâmetros foi, por exemplo, o CBO₅ (Carência Biológica de Oxigénio – medido através do oxigénio consumido pelos microrganismos), uma vez que não há microrganismos aeróbios presentes numa amostra como esta.

Da análise efectuada destacam-se alguns parâmetros com resultados mais relevantes e que se apresentam no quadro seguinte.

Quadro XV – Caracterização qualitativa de amostras água residual bruta das Águas Oleosas (parâmetros mais relevantes) (2016)

Parâmetro	Valor (Boletim 1180)	VLE Melo Hídrico	VLE Colector	Unidade
CQO	55000	150	2000	mg/IO ₂
Óleos e gorduras	970000	15	100	mg/l
Ferro	0,297	2	(20)	mg/l
Chumbo	0,297	1	5	
Alumínio	0,622		10	mg/l
Hidrocarbonetos totais	540000	15	15	mg/l
Conductividade	19000	--	(3000)	us/cm
Níquel	0,419	2	5	mg/l
Cobre	4,52	1	5	
Manganês	0,109	1	1	mg/l S ₂
Zinco	20	—	5	mg/l Zn

A amostra em questão é extremamente carregada, no que diz respeito, principalmente, a óleos.

5.4.3 Ensaios de tratabilidade

Na figura seguinte é possível observar o aspecto da amostra bruta, não tratada.



Figura 16 – Amostra bruta das “águas oleosas”

Face ao elevado teor de óleos, foi efectuado um ensaio de separação gravítica, mas não se obtiveram resultados minimamente satisfatórios.

A junção destes efluentes na linha de físico-químico prejudicaria a decantação / sedimentação das lamas.

A elevada concentração de óleos existente na amostra inviabiliza, por exemplo, o seu tratamento por evaporação.

Um cenário possível passaria por uma separação de fases (aquosa vs oleosa) através de uma centrifugação a quente, por forma a obter-se um resíduo (óleo) de valor acrescentado, que pudesse ser rentabilizado (vendido) em vez de ser um resíduo com custos associados à sua gestão. Porém, esta solução, exigiria um sistema de caldeira, para produção de calor, um sistema de permuta de calor e o equipamento de centrifugação, o que para os volumes em questão não é de todo economicamente viável.

Nota: O custo actual pago pelo cliente do encaminhamento destas águas residuais brutas (“águas oleosas”) por um operador de resíduos é bastante atractivo face ao investimento de qualquer uma das soluções equacionadas.

5.5 ÁGUAS DOMÉSTICAS

As águas residuais domésticas resultam da utilização de casas de banho, cantina, tendo um factor de diluição considerável pelos banhos.

Actualmente são enviadas para os SMAS, através de uma estação elevatória, provida de caudalímetro, que reúne todas as águas residuais domésticas do cliente e as envia para a estação elevatória da Marinha, sendo desta feita a ligação para o colector dos SMAS.

Alternativamente poderá considerar-se a sua descarga em linha de água.



5.5.1 Caracterização Quantitativa

Para avaliação das soluções possíveis para as águas residuais de origem doméstica, considerou-se o histórico de caudal de 2015 disponibilizado pelo cliente e apresentado de seguida:

Quadro XVI – histórico de caudal da estação elevatória de esgotos (2015)

Mês	Volume mensal	Unidade
Janeiro	2232*	m ³ /mês
Fevereiro	2232*	
Março	2356	
Abril	2581	
Maio	2063	
Junho	3310	
Julho	1730	
Agosto	1865	
Setembro	2364	
Outubro	2969	
Novembro	1971	
Dezembro	2232	
TOTAL	26663	m³/ano

*estimado

Deste modo, estimou-se que:

Quadro XVII – Estimativa de quantidade de efluente a tratar – Águas residuais domésticas

Parâmetro		Valor	Unidade
Volume de água a tratar		26663	m³/ano
Caudal médio diário	(22 dias úteis)	101	m³/dia
	(26 dias úteis)*	85	
Caudal máximo diário – mês de pico Máximo	(22 dias úteis)	150	
	(26 dias úteis)*	127	
Caudal mínimo diário – mês de pico Mínimo	(22 dias úteis)	45	
	(26 dias úteis)*	38	
Para efeitos de dimensionamento de ETAR considerou-se:			
Caudal médio diário		130	m³/dia

*considerando Sábado como dia de trabalho (contributo de efluentes domésticos)



5.5.2 Caracterização Qualitativa

Em termos de caracterização qualitativa, o cliente disponibilizou um boletim de análise de 2015 de uma amostra composta diária recolhida na estação elevatória de entrega de efluentes de águas residuais.

Quadro XVIII – Caracterização qualitativa das águas residuais domésticas (amostragem Julho 2015)

Parâmetro	Valor (Boletim 12863/15)	VLE Meio Hídrico	VLE Colector	Unidade
CBO5	89	40	1000	mg/lO ₂
CQO	200	150	2000	mg/lO ₂
pH	7,4	6 - 9	6 - 9	Escala sorensen
Oleos e gorduras	17	15	100	mg/l
Sólidos suspensos totais	110	60	1000	mg/l
Sólidos dissolvidos totais	4100	--	7500	
Detergentes	1,7	2	75	mg/l
Cobre	<0.10	1	5	
Zinco	0.11	--	5	mg/l Zn
Níquel	<0.05	2	5	mg/l
Crómio VI	<0.02	0,1		
Hidrocarbonetos totais	<2.7	15	15	mg/l

Nota: a nível de carga orgânica e sólidos (CBO5, CQO, SST) os valores indicados ficam bastante aquém dos valores típicos de efluentes de origem doméstica.

À data de conclusão do presente estudo, são conhecidos os valores de uma segunda análise, onde se obteve para o CBO5 e CQO valores de 58 e 270 mg/l O₂, respectivamente.

Para efeitos do estudo, mais concretamente no que refere ao dimensionamento de uma ETAR para tratamento destes efluentes serão tidos em conta alguns factores de segurança.

5.5.3 Ensaio de Tratabilidade

Não foram efectuados ensaios de tratabilidade à componente de origem doméstica.

6 ENQUADRAMENTO LEGAL E GEOGRÁFICO

Importa realçar que, actualmente, a zona do estuário do Tejo, onde seria feita a descarga em meio hídrico, está classificada como "Zona Sensível", de acordo com o Decreto-Lei n.º 198/2008 de 8 de Outubro, pelo critério *e.coli*. Este critério não interdita a descarga, aumenta é a exigência de autocontrolo e tratamento. Ou seja, esta situação, legalmente, não é impeditiva para que seja atribuída uma licença de descarga em linha de água, mas é previsível que num cenário de instrução de pedido de autorização de descarga em linha de água, feito à entidade competente (APA- ARH Tejo) sejam levantadas algumas questões e o primeiro parecer seja desfavorável. Isto porque existe uma alternativa, de ligação ao colector municipal e o sistema de tratamento ainda não existe.

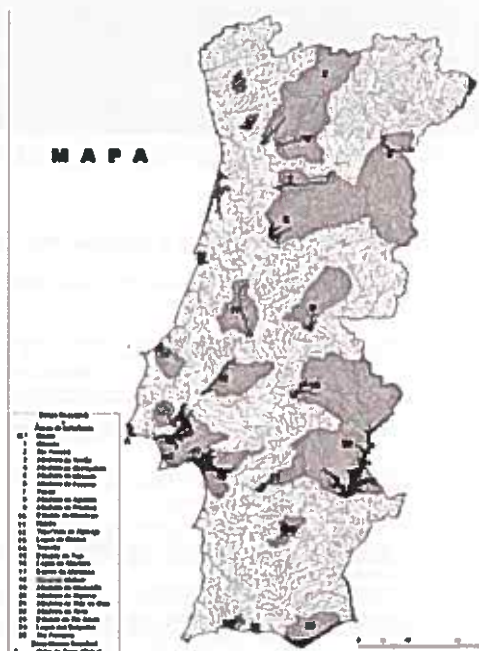


Figura 17 – Mapa com indicação das zonas sensíveis (Decreto-Lei 198/2008)



Figura 18 – “Buffer” da zona sensível em questão (Decreto-Lei 198/2008) (e.coli) – zona II

O critério de classificação como zona sensível em vigor é a poluição microbiológica (e.coli) pelo que este poderá vir a ser um parâmetro exigido pela licença de descarga (caso seja concedida licença).

Região hidrográfica (Decreto-Lei n.º 147/2007, de 19 de Setembro)	Número	Nome	Bacia hidrográfica principal	Delineação da zona	Delineação da zona de influência	Crateras de identificação (as parâmetros indicados são marcadores em pelo reconhecimento da respectiva directiva)
RII 4	13	Laguna de Obidos	Rios Atouga e Real	Área da laguna	Bacia hidrográfica da zona sensível	Eutroficação. Directiva n.º 91/492/CEE (Coli).
RII 5	14	Trancão	Rio Tejo	Rio Trancão desde a nascente até a foz	Bacia hidrográfica da zona sensível	Microbiologia (Coli).
RII 5	15	Estuário do Tejo	Rio Tejo	Margem esquerda — zona entre Vila Franca de Xira e a Cova do Vapor, até ao limite da praia de São João da Caparica (exclusive), incluindo áreas inundadas.	Bacia hidrográfica da zona sensível, excluindo a bacia hidrográfica da margem esquerda do rio Tejo a montante de Vila Franca de Xira.	Directiva n.º 91/492/CEE (Coli).

Figura 19 – Classificação do Estuário do Tejo como zona sensível (Decreto-Lei 198/2008)

Legalmente não existe nada que impeça automaticamente a descarga em linha de água, existem sim linhas orientativas que ajudam à avaliação de cada caso, pela entidade competente (APA/ARH), sendo que são tidas em conta não só as condicionantes ambientais, como também a sustentabilidade das empresas. Cada caso é um caso.

Segundo essas linhas orientativas estabelecidas:

- “A obrigatoriedade de ligação à rede pública, sem qualquer possibilidade de exceção pode ter consequências ao nível da sustentabilidade económico-financeira das indústrias, em particular as já existentes, pelo que se torna premente a tipificação das situações existentes ao nível do abastecimento e da rejeição das águas residuais, e a análise da pertinência dessa ligação a curto ou a longo prazo.



Para esta análise ter-se-á em consideração os investimentos realizados e o cumprimento das obrigações estabelecidas ou a estabelecer nos títulos."

- "Para indústrias existentes que ainda não tenham implementado qualquer tratamento, nem promovam a reutilização, será obrigatório a sua ligação à rede, assim que o serviço esteja disponível, desde que a rejeição do efluente não coloque em causa o sistema público, garantido o cumprimento do regulamento de descarga exigido pela entidade gestora, o que poderá implicar a necessidade de realizar um pré-tratamento".

- "Nas situações em que as características do efluente impõem a necessidade de um pré-tratamento para ligação ao sistema público tão exigente como as condições exigidas para a rejeição no meio recetor, não deverá existir obrigatoriedade de ligação à rede."

- "No caso de novas indústrias as premissas são idênticas, pois apesar de ainda não terem existido investimentos ao nível de implantação de sistemas de tratamento, considera-se importante que haja uma avaliação casuística, que promova a melhor gestão dos recursos hídricos bem como a sustentabilidade das empresas. No caso de novas indústrias será obrigatória a sua ligação à rede exceto nos casos referidos no parágrafo anterior. "

No caso específico do cliente, existe uma alternativa de descarga em colector, o sistema de tratamento ainda não existe, ou seja, o investimento ainda não foi feito, pelo que numa primeira análise o parecer da APA/ARH poderá ser desfavorável relativamente à descarga do efluente industrial, no meio hídrico (não é necessariamente negado, mas poderão ser colocados alguns entraves).

Caso, se comprovasse que os SMAS não aceitassem o efluente, mesmo após um pré-tratamento não havendo outra solução a descarga em linha de água seria autorizada, pela APA/ARH. No entanto, este cenário, de rejeição pelos SMAS, não será provável, tendo em conta aos pré-tratamentos.

Uma vez que são apenas linhas orientativas e cada caso é analisado individualmente, sugerimos que seja solicitado um parecer à APA/ARH sobre a viabilidade desta ligação ao meio hídrico, como auxílio à decisão deste processo.

Da mesma forma, em paralelo, recomendamos também que seja pedido um parecer à entidade SMAS no sentido de apurar se levantariam algum entrave à descarga em colector dos efluentes após pré-tratamento, sendo, no nosso parecer, muito improvável que não seja autorizada a ligação, pois os valores limite estabelecidos no seu regulamento seriam cumpridos.

**TEKBOX**

Water engineering

Data	Lingua	Edição/Revisão	Página
28-03-2016	pt	1	42 (77)

**7 CENÁRIOS EQUACIONADOS, PRESSUPOSTOS****7.1 CENÁRIOS EQUACIONADOS**

No desenvolvimento do estudo de tratamento das águas residuais provenientes de diferentes origens, equacionaram-se os seguintes cenários:

Quadro XIX – Cenários equacionados no estudo do tratamento das águas residuais

CENÁRIO		1	2	3	4	5
ORIGEM DAS ÁGUAS RESIDUAIS BRUTAS	Águas da Lavagem / Hidrodecapagem dos navios	Pré-tratamento Físico-químico + Descarga no colector SMAS	Pré-tratamento Físico-químico + Descarga no colector SMAS	Pré-tratamento Físico-químico + Descarga no colector SMAS	Pré-tratamento Físico-químico + Descarga no colector SMAS	Pré-tratamento Físico-químico + Tratamento ETAR Doméstica + Descarga Rio
	Águas da Lavagem Química (Tratamento Químico da Mecânica)	Encaminhament o resíduo	Pré-tratamento Físico-químico + Fotoquímico + Descarga no colector SMAS	Pré-tratamento Físico-químico + Fotoquímico + Descarga no colector SMAS	Encaminhament o resíduo	Pré-tratamento Físico-químico + Fotoquímico + Tratamento ETAR Doméstica + Descarga Rio
	Águas Galvanoplastia	Encaminhament o resíduo	Encaminhament o resíduo	Pré-tratamento Remoção cianetos + Físico-químico + Descarga no colector SMAS	Pré-tratamento Remoção cianetos + Físico-químico + Descarga no colector SMAS	Pré-tratamento Remoção cianetos + Físico-químico + Tratamento ETAR Doméstica + Descarga no Rio
	"Águas Oleosas"(porões)	Encaminhament o resíduo	Encaminhament o resíduo	Encaminhament o resíduo	Encaminhament o resíduo	Encaminhament o resíduo
	Águas Residuais Domésticos	Descarga no colector SMAS	Descarga no colector SMAS	Descarga no colector SMAS	Descarga no colector SMAS	Tratamento ETAR Doméstica + Descarga no Rio
Resumo do(s) tipo(s) de tratamento associados a cada cenário		Pré-tratamento Físico-químico	Pré-tratamento Físico-químico + Fotoquímico	Pré-tratamento Remoção cianetos + Físico-químico + Fotoquímico	Pré-tratamento Físico-químico + Fotoquímico	Pré-tratamento Remoção cianetos + Físico-químico + Fotoquímico + ETAR Doméstica
Resumo dos pontos de descarga e destinos associados a cada cenário		Colector dos SMAS + 3 Resíduos	Colector dos SMAS + 2 Resíduos	Colector dos SMAS + 1 Resíduo	Colector dos SMAS + 2 Resíduos	Meio Hídrico + 1 Resíduo

**NOTA IMPORTANTE: CENÁRIO 0**

Poderá ainda ser considerado um outro cenário, não discutido previamente com o cliente, que consiste no encaminhamento das águas de lavagem/Hidrodecapagem dos navios directamente para destino final, sem tratamento prévio. Este cenário (cenário 0) não pressupõe qualquer investimento em infra-estrutura de tratamento, resultando que todas as restantes águas de origem "industrial" seriam também encaminhadas para destino final e as águas residuais domésticas para o colector dos SMAS, como acontece actualmente. Neste caso, o investimento fixo associado a este cenário seria somente o custo do sistema de retenção/contenção das águas, sistema de transporte e bombagem e depósito de acumulação para as águas de lavagem/Hidrodecapagem, donde seriam posteriormente recolhidos por um operador de resíduos.

Envia-se em anexo a representação esquemática dos vários cenários.

7.2 PRESSUPOSTOS

No desenvolvimento do estudo foram assumidos vários pressupostos, para ser possível definir e dimensionar soluções de tratamento, quantificar custos, comparar cenários, etc. De seguida apresentam-se os critérios e pressupostos mais relevantes considerados para os vários cenários / origens de água residual, sendo que foram já referidos anteriormente, nos vários capítulos do estudo e os mais relevantes partilhados na reunião intercalar do projecto.

Quadro XX – Pressupostos mais relevantes assumidos no estudo

Componente	Pressuposto
Sistema de bombagem e transporte (móvel)	O sistema é comum aos vários cenários. Equacionou-se transporte das águas recolhidas nos vários pontos por cisterna móvel (tipo joper) com bomba de vácuo, em alternativa a efectuar circuito de tubagem de transporte das águas para ponto de tratamento ou descarga. - Previu-se como opção uma segunda bomba (motobomba) que pode ser desagregada da cisterna, por forma a aspirar água de profundidades superiores a 7m (até aqui a bomba de vácuo assegura). A aplicação deste equipamento será para o caso da Doca Seca. Alternativamente ou complementarmente poderá ter-se bomba submersível no poço da Doca seca se for compartimentado, conforme sugerido, enviando para um de depósito adicional (referido atrás).
Águas de lavagem dos navios	- O sistema de retenção das águas (stop logs) é comum aos vários cenários, independentemente do tratamento/destino a dar às águas - Os sólidos grosseiros das águas de lavagem serão removidos em dois estágios: a) Nível 1: através de rede/malha apertada na tubagem de aspiração da bomba de vácuo b) Nível 2: sistema de crivagem a instalar no tanque de acumulação inicial do sistema de tratamento físico-químico - Volume anual estimado: 300 m³/ano - Volume distribuídos ao longo do ano - Volume máximo por navio ≤ 25 m³ (incluindo contributo da precipitação) - Qualidade variável de acordo com análise de amostras de 2012 e 2016 - Considerou-se as seguintes soluções possíveis: a) Pré-Tratamento físico-químico para descarga em colector dos SMAS b) Pré-Tratamento físico-químico + Tratamento biológico para descarga em linha de água (meio hídrico) c) Encaminhamento para destino final- como resíduo (cenário 0)
Águas da Lavagem Química	Volume anual estimado: 492 m³/ano - 1 Esvaziamento mensal do tanque enterrado de 41 m³ - Considerou-se três cenários possíveis: a) Pré-Tratamento físico-químico + Fotoquímico para descarga em colector dos SMAS b) Pré-Tratamento físico-químico + Fotoquímico+ Tratamento biológico



	para descarga em linha de água (meio hídrico) c) Encaminhamento como resíduo para destino final (76,67€/ton).
Águas da Galvanoplastia	Volume anual estimado: 52 m ³ /ano - 1 Esvaziamento dos tanques (3+3+7m ³) trimestralmente - Considera-se densidade 1, correspondendo a volume anual: 52m ³ /ano - Considerou-se três cenários possíveis: a) Pré-Tratamento de remoção de cianetos + Físico-químico para descarga em colector dos SMAS b) Pré-Tratamento de remoção de cianetos + Físico-químico + Tratamento biológico para descarga em linha de água (meio hídrico) c) Encaminhamento como resíduo para destino final (76,67€/ton).
Águas Oleosas	Quantidade anual (valor de 2015): 419 ton/ano - Não se equaciona tratamento local (face à qualidade da água residual; e ao custo de encaminhamento como resíduo (26 €/ton).
Águas residuais domésticas	- Volume anual (valor de 2015): 26663 m ³ /ano Para estimativa de custos de exploração considerou-se este valor. Para dimensionamento do tratamento biológico considerou-se: - Caudal diário= 130 m ³ /dia - Período de funcionamento= 24h/dia
Tratamento Físico-químico	- Caudal horário do sistema de tratamento: 3 m ³ /h - Período de funcionamento: 8h/dia
Tratamento Fotoquímico	- Caudal horário do sistema de tratamento: 0,25 m ³ /h
Tratamento de remoção de cianetos	- Caudal horário do sistema de tratamento: 1 m ³ /h
Tratamento biológico	- A situação de cenário Caudal diário: 130m ³ /dia - Para efeitos de dimensionamento considerou-se este valor. - O objectivo deste tratamento é a descarga em meio hídrico. - Em relação à qualidade do efluente consideraram-se duas opções: a) CBO ₅ inicial = 312 mg/l O ₂ – valor mais próximo do típico b) CBO ₅ inicial = 89 mg/l O ₂ – valor da análise do cliente - A solução de tratamento biológico equaciona-se, sempre, num cenário de tratamento conjunto das águas residuais domésticas com uma ou mais provenientes de outras origens (lavagem dos navios; e lavagem química e/ou galvanoplastia). Foi considerada margem, para recepção da carga associadas a essas águas, após passagem nos respectivos tratamentos anteriores.
Qualidade de descarga em colector	Considerou-se valores estabelecidos no Regulamento dos SMAS Almada (Edital n.º3/2012/SMAS) e para parâmetros omissos, mas

**TEKBOX**

Water engineering

Data
28-03-2016Lingua
ptEdição/Revisão
1Página
47 (77)

	relevantes, considerou-se valores guia de Regulamentos municipais equivalentes.
Qualidade de descarga em meio hídrico	Considerou-se os valores estabelecidos no Decreto-Lei 236/98 de 21 de Agosto.
Descarga em colector	Considerou-se a tarifa SMAS (factura disponibilizada pelo cliente) constituída por 3 componentes: - Volume < 15m ³ : 1,3837 €/m ³ - Volume > 15m ³ : 1,9291€/m ³ - Custo fixo 363,6 €/mês
Descarga em linha de água	Considerou-se valor de Taxa recursos Hídricos de 2016, com os seguintes custos por kg de elemento descarregado: - Carbono (CQO e CBO5): 0,36 €/kg - Azoto (N): 0,15 €/kg - Fósforo (P): 0,18 €/kg
Gestão das lamas	- Considerou-se que lamas resultantes do tratamento físico-químico (individualmente) poderão ser consideradas como resíduo perigoso (90€/ton). Apenas análises à lama poderão validar com certeza se se tratará efectivamente de resíduo perigoso; - Considerou-se que lamas resultantes do tratamento biológico não serão consideradas resíduo perigoso (40 €/ton). - Considerou-se ainda custo de encaminhamento ara destino final em fretes de 6m ³ de lama. Apenas análises à lama poderão validar com certeza se se tratará efectivamente de resíduo não perigoso;
Custo energético	Na estimativa de custos de energia considerou-se apenas o valor em cheio (e não em período vazio): - Custo: 0,15 €/kwh
Custos de reagentes	Na estimativa dos custos de exploração incluiu-se os gastos com reagentes, considerando no caso das amostras testadas as dosagens utilizadas nos testes de tratabilidade e nos restantes casos as dosagens típicas.

**TEKBOX**

Water engineering

Data
28-03-2016Lingua
ptEdição/Revisão
1Página
48 (77)

8 ÁREAS DE IMPLANTAÇÃO

Relativamente às áreas de implantação necessárias, atendendo às soluções de tratamento equacionadas estima-se os seguintes valores aproximados:

Quadro XXI – Estimativa de áreas de implantação

	Área de implantação (m ²)	Dimensões em planta (m)*
Tratamento físico-químico	65	8 x 8
Tratamento lavagem química	15	3x5
Tratamento galvanoplastia	10	2x5
Tratamento biológico	180	20 x 9

*possível (não obrigatória)



9 CUSTOS DE INVESTIMENTO E DE EXPLORAÇÃO DOS CENÁRIOS EQUACIONADOS

No presente estudo foram desenvolvidas várias soluções, transversais aos vários cenários, com diferentes combinações possíveis. Foram efectuadas estimativa dos custos associados às diferentes soluções, quer no que diz respeito a investimento inicial, de aquisição / montagem das infra-estruturas necessárias, quer a nível de custos de exploração.

Foram tidos em conta os pressupostos referidos anteriormente, para ser possível fazer-se comparação de situações comparáveis.

9.1 CUSTOS ESTIMADOS DE INVESTIMENTO

Apresenta-se de seguida uma **estimativa dos custos** de investimento necessários para as várias soluções equacionadas, nomeadamente:

- Sistema de retenção/contenção de água de lavagem de navios (Doca Seca, Doca Flutuante, Plano Inclinado)
- Sistema de bombagem / aspiração e transporte de águas residuais (principal aplicação: recolha das águas de lavagem/hidrodecapagem dos navios, ficando disponível para recolha das restantes origens de águas residuais)
- Tratamento físico-químico (para águas de lavagem/hidrodecapagem de navios; águas de lavagem química e águas da galvanoplastia)
- Tratamento fotoquímico (para complemento do tratamento das águas de lavagem química)
- Tratamento remoção de cianetos (para pré-tratamento dos efluentes da galvanoplastia)
- Tratamento biológico (para tratamento das águas residuais domésticas e complemento do tratamento das águas de lavagem/hidrodecapagem de navios; águas de lavagem química e águas da galvanoplastia)

**TEKBOX**

Water engineering

Data
28-03-2016Lingua
ptEdição/Revisão
1Página
50 (77)**9.1.1 Custos estimados de Sistema de contenção/retenção de água de lavagem/Hidrodecapagem dos navios**

Art.	Designação	Qt	Un	Preço Unitário	Preço Total
1	Peças fixas dos plano inclinado - em barra de inox				
1.1	Fornecimento e montagem de Estrutura metalica para peça fixa, em inox, para fixação das estruturas de ensacagem dos planos inclinados, incluindo trabalhos de construção civil de corte de pavimento e betonagem da peça com sikagrout	200	m	112,65 €	22 530,00 €
2	Ensecadeiras dos Planos Inclinados				
2.1	PLANO INCLINADO 1 - Sistema de ensacagem com pilares e tabuleiros em aluminio, de facil montagem e desmontagem	80	m	1 743,00 €	139 440,00 €
2.2	PLANO INCLINADO 2 - Sistema de ensacagem com pilares e tabuleiros em aluminio, de facil montagem e desmontagem	30	m	1 634,00 €	49 020,00 €
2.3	PLANO INCLINADO 3 - Sistema de ensacagem com pilares e tabuleiros em aluminio, de facil montagem e desmontagem	30	m	1 634,00 €	49 020,00 €
2.4	Projecto de detalhe para fabrico	1	vg	4 500,01 €	4 500,01 €
3	Ensecadeiras da doca flutuante				
3.1	Sistema de ensacagem com pilares e tabuleiros em aluminio, de facil montagem e desmontagem (frente/traseira	30	m	1 870,00 €	56 100,00 €
4	Ensecadeiras da doca seca (não vai ser necessária se optarem pelas caleiras)				
4.1	Sistema de ensacagem com pilares e tabuleiros em aluminio, de facil montagem e desmontagem (frente/traseira	20	vg	1 770,00 €	35 400,00 €

Total - considerando tudo**356 010,01 €***Preços Sujeitos ao IVA à Taxa Legal em Vigor***Total - aconselhado****218 070,00 €***Preços Sujeitos ao IVA à Taxa Legal em Vigor***Condições Comerciais:**

Prazo de Execução/Entrega: 8-9 Semanas Após adjudicação.
Pagamento: O habitual
Validade da Proposta: 30 Dias
Exclusões: Trabalhos/Equipamentos não especificados no orçamento.

**TEKBOX**

Water Engineering

Data	Lingua	Edição/Revisão	Página
28-03-2016	pt	1	51 (77)

OBSERVAÇÕES:

Em nossa opinião apenas basta adquirirem cerca de 100 metros de sistemas de ensecagem, reduzindo o investimento em cerca de 140.000€, pois tratando-se de um sistema modular e considerando que entre os 3 planos inclinados e doca flutuante nunca se ultrapassa uma área de trabalho (para operações de limpeza e decapagem) de 100 metros de largura.

Opção:

Optando-se pelas caleiras de recolha na doca seca e compartimentação do poço existente, para separação das águas que provêm da operação de lavagem/Hidrodecapagem das que entram do exterior, e desconhecendo-se o volume disponível do poço e do que ficaria dedicado às águas a tratar, recomenda-se a montagem de uma bomba submersível dedicada a bombear essas águas e um reservatório de 15000 litros para pré-accumulação das águas. Daí seria feita a aspiração pelo joper e transportado para a ETAR.

Considerou-se esta situação em alternativa a recorrer à motobomba portátil, de trasfega, que fosse desacoplada do Joper, colocada na base da doca seca para fazer a aspiração das águas para a cisterna. Em termos operacionais considera-se que seja mais fácil a opção da bomba submersível e dê uma melhor resposta no caso do volume disponível do poço ser reduzido).

Nota: Comum volume de 5 m³, por exemplo, no compartimento do poço, já seria mais prática a utilização da trasfega directa para a cisterna.

Estimativa de custos (item adicional de bombagem/armazenamento de água junto à Doca Seca).

Art.	Designação	Qt	Un	Preço Unitário	Preço Total
1	Bombagem / Reservatório das águas do poço compartimentado da Doca Seca				
1.1	Fornecimento de bomba submersível, tubagem e reservatório vertical de 15000L a colocar no passeio (ao nível do chão)	1	VG	10 000,00 €	10 000,00 €

Total**10 000,00 €***Preços Sujeitos ao IVA à Taxa Legal em Vigor*

9.1.2 Custos Estimados de Sistema de bombagem / aspiração / transporte de águas residuais não tratadas (joper)

PROPOSTA ESTIMATIVA DE FORNECIMENTO E MONTAGEM DE SISTEMA DE BOMBAGEM E TRANSPORTE DOS EFLUENTES (DOCA SECA, DOCA FLUTUANTE, PLANO INCLINADO)

Artigo	Designação dos Trabalhos	Unid.	Quant.	Preço Unitário	Preço Total
	ÓRGÃOS E EQUIPAMENTOS ELECTROMECÂNICOS				
1	Fornecimento e montagem de conjunto de atrelado + cisterna 12000 Lts. + bomba de vácuo integrada + mangueira de aspiração e compressão	VG	1,00	24.778,00	24.778,00
2	Fornecimento e montagem de conjunto de atrelado + cisterna 12000 Lts. + bomba de vácuo integrada + mangueira de aspiração e compressão + bomba de trasfega extra (motobomba)	VG	1,00	30.563,00	30.563,00
TOTAL TEKBOX					55.341,00

Preços sujeitos ao IVA à Taxa Legal em Vigor

Esta estimativa pressupõe duas unidades (Joper). O cliente poderá optar por outra quantidade.

**TEKBOX**

Water engineering

Data
28-03-2016Língua
ptEdição/Revisão
1Página
53 (77)**9.1.3 Custos Estimados de Sistema de Tratamento Físico-químico**

PROPOSTA ESTIMATIVA DE FORNECIMENTO E MONTAGEM DE SISTEMA DE TRATAMENTO DOS EFLUENTES - ÁGUAS DE LAVAGEM DOS NAVIOS - TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO (Q=3 m³/h)					
Artigo	Designação dos Trabalhos	Unid.	Quant.	Preço Unitário	Preço Total
	ÓRGÃOS E EQUIPAMENTOS ELECTROMECÂNICOS				
1	Fornecimento e montagem de cais de descarga / estação elevatória compacta para recepção de águas de lavagem do joper	un	1,00	8.820,00	8.820,00
2					
3	Fornecimento e montagem de sistema de gradagem (crivo estático com sistema de limpeza)	un	1,00	9.240,00	9.240,00
4	Fornecimento e montagem de tanque de acumulação inicial 30000L (com agitação para homogeneização)	un	1,00	11.900,00	11.900,00
5	Fornecimento e montagem de bomba de pressurização para linha de tratamento	un	1,00	4.130,00	4.130,00
6	Fornecimento e montagem de caudalímetro	un	1,00	2.030,00	2.030,00
7	Fornecimento e montagem de tanque de neutralização (inclui tanque, agitador, sonda/controlador de pH e bomba doseadora de alcalinizante e respectivo depósito de preparação com agitador)	un	1,00	7.562,80	7.562,80
8	Fornecimento e montagem de circuito de coagulação (inclui bomba doseadora de coagulante e respectivo depósito de preparação)	un	1,00	2.780,40	2.780,40
9	Fornecimento e montagem de tanque de floculação (inclui tanque, agitador, bomba doseadora de floculante e respectivo depósito de preparação com agitador)	un	1,00	6.320,16	6.320,16
10	Fornecimento e montagem de decantador	un	1,00	9.520,00	9.520,00
11	Fornecimento e montagem de sistema de neutralização de pH (inclui sonda/controlador de pH, bomba doseadora de ácido e depósito de reagente)	un	1,00	3.886,96	3.886,96
12	Fornecimento e montagem de válvula motorizada de extracção de lamas	un	1,00	1.089,62	1.089,62
13	Fornecimento e montagem de silo espessador de lamas	un	1,00	7.420,00	7.420,00
14	Fornecimento e montagem de bomba de lamas espessadas	un	1,00	2.660,00	2.660,00
15	Fornecimento e montagem de sistema de preparação e dosagem de floculante	un	1,00	3.578,40	3.578,40
15	Fornecimento e montagem de sistema de desidratação de lamas	un	1,00	36.960,00	36.960,00
	CIRCUITOS / TUBAGEM				
16	Fornecimento e montagem de tubagem de ligação do depósito inicial ao tanque de neutralização	un	1,00	378,00	378,00
17	Fornecimento e montagem de circuito de coagulação ("serpentina")	un	1,00	756,00	756,00
18					
	Fornecimento e montagem de circuito de ligação do tanque de floculação ao decantador	un	1,00	378,00	378,00

**TEKBOX**

Water engineering

Data
28-03-2016Lingua
ptEdição/Revisão
1Página
54 (77)

19	Fornecimento e montagem de circuito de descarga de efluente tratado	un	1,00	756,00	756,00
20	Fornecimento e montagem de circuito de extracção de lamas do decantador para silo	un	1,00	756,00	756,00
21	Fornecimento e montagem de caudalimetro	un	1,00	756,00	756,00
22	Fornecimento e montagem de cicuito de extracção de lamas do silo para sistema de desidratação	un	1,00	756,00	756,00
23	Fornecimento e montagem de circuito de escorrências	un	1,00	756,00	756,00
24	Fornecimento e montagem de circuitos de injecção de reagentes	un	5,00	1.134,00	5.670,00
ELECTRICIDADE, AUTOMAÇÃO E LIGAÇÕES ELÉCTRICAS					
25	Fornecimento e montagem de quadro eléctrico geral	un	1,00	9.240,00	9.240,00
26	Fornecimento e montagem de autómato / consola	un	1,00	2.240,00	2.240,00
27	Fornecimento e montagem de cablagem eléctrica	un	1,00	3.080,00	3.080,00
EDIFÍCIO					
28	Execução de edifício de exploração	un	1,00	11.200,00	11.200,00
TOTAL TEKBOX				154.620,34 €	
<i>Preços Sujeitos ao IVA à Taxa Legal em Vigor</i>					

**TEKBOX**

Water engineering

Data

28-03-2016

Lingua

pt

Edição/Revisão

1

Página

55 (77)

9.1.4 Custos Estimados de Sistema de Tratamento Fotoquímico (tratamento complementar ao físico-químico para as águas da lavagem química)**PROPOSTA ESTIMATIVA DE FORNECIMENTO E MONTAGEM DE SISTEMA DE TRATAMENTO DOS EFLUENTES - ÁGUAS DE LAVAGEM QUÍMICA - TRATAMENTO DE AFINAÇÃO FINAL DEPOIS DO FÍSICO-QUÍMICO (Q=0,25 m³/h)**

Artigo	Designação dos Trabalhos	Unid.	Quant.	Preço Unitário	Preço Total
1	ÓRGÃOS E EQUIPAMENTOS ELECTROMECÂNICOS+ ELECTRICIDADE, AUTOMAÇÃO E LIGAÇÕES ELÉCTRICAS				
2	Fornecimento e montagem de tanque de acumulação de efluente tratado (no final da linha de tratamento físico-químico)	un	1,00	6.750,00	6.750,00
3	Fornecimento e bombagem de bomba de pressurização para tratamento	un	1,00	2.250,00	2.250,00
	Fornecimento e montagem de sistema de tratamento foto-químico - inclui tanques de contacto, sistema de lâmpadas (radiação UV) e sistema de dosagem química, Quadro eléctrico, autómato/consola, cablagem eléctrica	un	1,00	133.125,00	133.125,00
	CIRCUITOS DE LIGAÇÃO				
4	Fornecimento e montagem de tubagem de ligação do depósito inicial ao sistema de tratamento	un	1,00	825,00	825,00
5	Fornecimento e montagem de circuito de descarga de efluente pré-tratado (ligação ao circuito de descarga do tratamento físico-químico)	un	1,00	825,00	825,00
TOTAL TEKBOX					143.775,00 €

Preços Sujeitos ao IVA à Taxa Legal em Vigor

**TEKBOX**

Water engineering

Data
28-03-2016Lingua
ptEdição/Revisão
1Página
56 (77)**9.1.5 Custos Estimados de Sistema de Tratamento para remoção de cianetos (tratamento complementar ao físico-químico para as águas da galvanoplastia)****PROPOSTA ESTIMATIVA DE FORNECIMENTO E MONTAGEM DE SISTEMA DE TRATAMENTO DOS EFLUENTES - ÁGUAS DE GALVANOPLASTIA - TRATAMENTO REMOÇÃO DE CIANETOS ANTES DO FÍSICO-QUÍMICO (Q=1 m³/h)**

Artigo	Designação dos Trabalhos	Unid.	Quant.	Preço Unitário	Preço Total
ÓRGÃOS E EQUIPAMENTOS ELECTROMECÂNICOS					
1	Fornecimento e montagem de tanque de acumulação inicial 15000L	un	1,00	5.600,00	5.600,00
2	Fornecimento e bombagem de bomba de pressurização para linha de tratamento	un	1,00	210,00	210,00
3	Fornecimento e montagem de caudalímetro	un	1,00	1.750,00	1.750,00
4	Fornecimento e montagem de tanque 1- inclui tanque, agitador, sonda/controlador de pH/redox, bomba doseadora de alcalinizante, bomba doseadora de oxidante	un	1,00	5.115,04	5.115,04
5	Fornecimento e montagem de tanque 2 - inclui tanque com agitador, sonda/controlador de pH, bomba doseadora de ácido	un	1,00	3.517,92	3.517,92
6	Fornecimento e montagem de tanque 3 - inclui tanque, sonda/controlador de pH/redox, bomba doseadora de alcalinizante, bomba doseadora de oxidante	un	1,00	4.527,04	4.527,04
7	Fornecimento e montagem de depósito de reagente alcalinizante	un	1,00	364,00	364,00
8	Fornecimento e montagem de depósito de reagente oxidante	un	1,00	364,00	364,00
9	Fornecimento e montagem de depósito de reagente ácido	un	1,00	364,00	364,00
CIRCUITOS DE LIGAÇÃO					
10	Fornecimento e montagem de tubagem de ligação do depósito inicial ao tanque 1	un	1,00	630,00	630,00
11	Fornecimento e montagem de tubagem de ligação do tanque 1 ao tanque 2	un	1,00	630,00	630,00
12	Fornecimento e montagem de tubagem de ligação do tanque 2 ao tanque 3	un	1,00	630,00	630,00
13	Fornecimento e montagem de circuito de descarga de efluente pré-tratado no depósito inicial do tratamento físico-químico (águas de lavagem dos navios)	un	1,00	630,00	630,00
ELECTRICIDADE, AUTOMAÇÃO E LIGAÇÕES ELÉCTRICAS					
14	Fornecimento e montagem de quadro eléctrico geral	un	1,00	7.840,00	7.840,00
15	Fornecimento e montagem de autómato / consola	un	1,00	2.240,00	2.240,00
16	Fornecimento e montagem de cablagem eléctrica	un	1,00	1.540,00	1.540,00
TOTAL TEKBOX					35.952,00 €

**TEKBOX**

Water engineering

Data

28-03-2016

Língua

pt

Edição/Revisão

1

Página

57 (77)

Preços Sujeitos ao IVA à Taxa Legal em Vigor

9.1.6 Custos Estimados de Sistema de Tratamento Biológico (para tratamento das águas residuais domésticas e complemento do tratamento das restantes águas residuais tratadas)

Neste caso, consideraram-se duas situações distintas:

Opção 1 – Considerando uma concentração de CBO_5 dentro do que será um valor típico para águas residuais domésticas e com alguma diluição associada

Opção 2 – Considerando uma concentração de CBO_5 dentro do valor obtido na análise de caracterização, do cliente, valor bastante atípico para águas residuais de origem doméstica

Deste modo, apresentam-se duas estimativas distintas, para os dois cenários, podendo as análises futuras validar com certeza qual o mais ajustado.

Nota: Visto ser zona sensível pelo critério da e.coli será previsível a necessidade de incluir uma etapa de desinfecção do final do tratamento. Optou-se pela solução de sistema de Ultravioleta, que deverá ter a montante um sistema de microtamisação, para eliminar as partículas sólidas que possam interferir com a eficácia da desinfecção.

**TEKBOX**

Water engineering

Data

28-03-2016

Lingua

pt

Edição/Revisão

1

Página

58 (77)

Opção 1

PROPOSTA ESTIMATIVA DE FORNECIMENTO E MONTAGEM DE SISTEMA DE TRATAMENTO DOS EFLUENTES DOMÉSTICOS (130 m³/d; CBO5=300 mg/l O₂)

Artigo	Designação dos Trabalhos	Unid.	Quant.	Preço Unitário	Preço Total
ÓRGÃOS E EQUIPAMENTOS ELECTROMECAÑICOS					
1	OPCIONAL- Fornecimento e montagem de tanque para estação elevatória inicial (deixando a estação elevatória actual como contingência para ligação aos SMAS	VG	1,00	42.840,00	42.840,00
2	Fornecimento e montagem de bombas submersíveis	un	2,00	4.070,08	8.140,16
4	Fornecimento e montagem de tamizador e canal (modelo compacto em inox)	un	1,00	16.170,00	16.170,00
5	Fornecimento e montagem de tanque - reactor biológico + lãge	un	1,00	56.000,00	56.000,00
6	Fornecimento e montagem sistema de arejamento (soprador + difusores + sonda de oxigenio)	un	1,00	11.970,00	11.970,00
7	Fornecimento e montagem de misturador submersivel	un	1,00	6.020,00	6.020,00
8	Fornecimento e montagem de válvula motorizada de descarga de efluente tratado	un	1,00	1.202,60	1.202,60
9	Fornecimento e montagem de extracção de bomba de lãmas	un	1,00	3.362,79	3.362,79
10	Fornecimento e montagem de caudalimetro de efluente tratado	un	1,00	1.904,00	1.904,00
11	Fornecimento e montagem de sistema de microtamisação e módulo UV para desinfecção final	un	1,00	45.103,80	45.103,80
12	Fornecimento e montagem de caudalimetro de lãmas	un	1,00	1.904,00	1.904,00
13	Fornecimento e montagem de silo de lãmas	un	1,00	9.940,00	9.940,00
14	Fornecimento e montagem de bomba de lãmas espessadas	un	1,00	2.660,00	2.660,00
15	Fornecimento e montagem de sistema de preparação e dosagem de polimero (manual)	un	1,00	3.578,40	3.578,40
16	Fornecimento e montagem de sistema de desidratação de lãmas	un	1,00	47.040,00	47.040,00
CIRCUITOS DE LIGAÇÃO					
17	Fornecimento e montagem de tubagem no interior da estação elevatória inicial	VG	1,00	924,00	924,00
18	Fornecimento e montagem de circuito de ligação da estação elevatória à obra de entrada	VG	1,00	1.064,00	1.064,00
19	Fornecimento e montagem de circuito de arejamento	VG	1,00	4.900,00	4.900,00
20	Fornecimento e montagem de circuito de descarga de efluente tratado	VG	1,00	2.380,00	2.380,00
21	Fornecimento e montagem de circuito de extracção de lãmas do reactor para silo	VG	1,00	2.940,00	2.940,00
22	Fornecimento e montagem de circuito de escorrências (retorno para estação elevatória inicial)	VG	1,00	1.120,00	1.120,00
23	Fornecimento e montagem de circuito de extracção de lãmas do silo para sistema de desidratação	VG	1,00	2.940,00	2.940,00

**TEKBOX**

Water engineering

Data	Lingua	Edição/Revisão
28-03-2016	pt	1

Página
59 (77)

24	Fornecimento e montagem de circuito de injeção de floculante	VG	1,00	1.400,00	1.400,00
ELECTRICIDADE, AUTOMAÇÃO E LIGAÇÕES ELÉCTRICAS					
25	Fornecimento e montagem de quadro eléctrico geral	un	1,00	19.040,00	19.040,00
26	Fornecimento e montagem de autómato / consola	un	1,00	4.480,00	4.480,00
27	Fornecimento e montagem de cablagem eléctrica	un	1,00	4.200,00	4.200,00
EDIFÍCIO EXPLORAÇÃO					
28	Execução de edifício de exploração	un	1,00	28.000,00	28.000,00
TOTAL TEKBOX					331.223,75 €

Preços Sujeitos ao IVA à Taxa Legal em Vigor

**TEKBOX**

Water engineering

Data

28-03-2016

Lingua

pt

Edição/Revisão

1

Página

60 (77)

Opção 2

PROPOSTA ESTIMATIVA DE FORNECIMENTO E MONTAGEM DE SISTEMA DE TRATAMENTO DOS EFLUENTES DOMÉSTICOS (130 m³/d; CBO₅=90 mg/l O₂)

Art.	Designação dos Trabalhos	Unid.	Quant.	Preço Unitário	Preço Total
ÓRGÃOS E EQUIPAMENTOS ELECTROMECHANICOS					
1	OPCIONAL - Fornecimento e montagem de tanque para estação elevatória inicial (deixando a estação elevatória actual como contingência para ligação aos SMAS)	VG	1,00	42.840,00	42.840,00
2	Fornecimento e montagem de bombas submersíveis	un	2,00	4.070,08	8.140,16
3	Fornecimento e montagem de tamisador e canal (modelo compacto em inox)	un	1,00	16.170,00	16.170,00
4	Fornecimento e montagem de tanque - reactor biológico	un	1,00	27.720,00	27.720,00
5	Fornecimento e montagem sistema de arejamento (soprador + difusores + sonda de oxigenio)	un	1,00	6.930,00	6.930,00
6	Fornecimento e montagem de válvula motorizada de descarga de efluente tratado	un	1,00	1.202,60	1.202,60
7	Fornecimento e montagem de bomba de lamas	un	1,00	3.362,79	3.362,79
8	Fornecimento e montagem de caudalimetro de efluente tratado	un	1,00	1.904,00	1.904,00
9	Fornecimento e montagem de sistema de microtamisação e módulo UV para desinfecção final	un	1,00	45.103,80	45.103,80
10	Fornecimento e montagem de caudalimetro de lamas	un	1,00	1.904,00	1.904,00
11	Fornecimento e montagem de silo de lamas	un	1,00	7.840,00	7.840,00
12	Fornecimento e montagem de bomba de lamas espessadas	un	1,00	2.660,00	2.660,00
13	Fornecimento e montagem de sistema de preparação e dosagem de polímero (manual)	un	1,00	3.578,40	3.578,40
14	Fornecimento e montagem de sistema de desidratação de lamas	un	1,00	35.840,00	35.840,00
CIRCUITOS DE LIGAÇÃO					
15	Fornecimento e montagem de tubagem no interior da estação elevatória inicial	un	1,00	924,00	924,00
16	Fornecimento e montagem de circuito de ligação da estação elevatória à obra de entrada	un	1,00	1.064,00	1.064,00
17	Fornecimento e montagem de circuito de arejamento	un	1,00	3.500,00	3.500,00
18	Fornecimento e montagem de circuito de descarga de efluente tratado	un	1,00	2.380,00	2.380,00
19	Fornecimento e montagem de circuito de extracção de lamas do reactor para silo	un	1,00	2.940,00	2.940,00
20	Fornecimento e montagem de circuito de escorrências (retorno para estação elevatória inicial)	un	1,00	1.120,00	1.120,00
21	Fornecimento e montagem de circuito de extracção de lamas do silo para sistema de desidratação	un	1,00	2.940,00	2.940,00
22	Fornecimento e montagem de circuito de injeção de floculante	un	1,00	1.400,00	1.400,00

**TEKBOX**

Water engineering

Data
28-03-2016Lingua
ptEdição/Revisão
1Página
61 (77)**ELECTRICIDADE, AUTOMAÇÃO E LIGAÇÕES ELÉCTRICAS**

23	Fornecimento e montagem de quadro eléctrico geral	un	1,00	17.640,00	17.640,00
24	Fornecimento e montagem de autómato / consola	un	1,00	4.200,00	4.200,00
25	Fornecimento e montagem de cablagem eléctrica	un	1,00	3.920,00	3.920,00
26	EDIFÍCIO				
27	Execução de edifício de exploração	un	1,00	28.000,00	28.000,00

TOTAL TEKBOX**275.223,75 €***Preços Sujeitos ao IVA à Taxa Legal em Vigor*

**TEKBOX**

Water engineering

Data
28-03-2016Lingua
ptEdição/Revisão
1Página
62 (77)

9.1.7 Resumo Custos Fixos Estimados (investimento)

Quadro XXII – Resumo da estimativa dos custos de investimento

Sistema	Estimativa de custo (€)	
Contenção/retenção de água de lavagem/Hidrodecapagem dos navios (duas opções)	218.070,00 €	356.010,01 €
Bombagem / aspiração / transporte de águas residuais não tratadas (joper)	55.341,00	
Tratamento Físico-químico	154.620,34 €	
Tratamento Fotoquímico (lavagem química)	143.775,00 €	
Tratamento para remoção de cianetos (galvanização)	35.952,00 €	
Tratamento Biológico (duas opções)	331.223,75 €	275.223,75 €

Preços Sujeitos ao IVA à Taxa Legal em Vigor


Quadro XXIII – Estimativa de custos de investimento dos diferentes cenários

CENÁRIO	1	2	3	4	5 Opção 1	5 Opção 2
Sistema comportas/retenção (opção completo)*	356.010,01 €	356.010,01 €	356.010,01 €	356.010,01 €	356.010,01 €	356.010,01 €
Sistema comportas/retenção - (opção parcial e recomendada)**	218.070,00 €	218.070,00 €	218.070,00 €	218.070,00 €	218.070,00 €	218.070,00 €
Sistema bombagem/transporte	55.341,00 €	55.341,00 €	55.341,00	55.341,00€	55.341,00 €	55.341,00
Sistema de Tratamento Físico-Químico	154.620,34€	154.620,34€	154.620,34€	154.620,34€	154.620,34€	154.620,34€
Sistema de Tratamento Fotoquímico	–	143.775,00 €	143.775,00 €	–	143.775,00 €	143.775,00 €
Sistema de Tratamento de remoção de cianetos	–	–	35.952,00 €	35.952,00 €	35.952,00 €	35.952,00 €
Sistema Tratamento Biológico	–	–	–	–	331.223,75 €	275.223,75 €
TOTAL (opção completo)*	565.971,35 €	709.746,35 €	745.698,35 €	601.923,35 €	1.076.922,10 €	1.020.922,10 €
TOTAL (opção parcial e recomendada)**	428.031,34 €	571.806,34 €	607.758,34 €	463.983,34 €	938.982,09 €	882.982,09 €

Preços Sujeitos ao IVA à Taxa Legal em Vigor

Considerando o cenário 0, referido atrás, tem-se:

CENÁRIO	0
Sistema comportas/retenção (opção completo)*	356.010,01 €
Sistema comportas/retenção - (opção parcial e recomendada)**	218.070,00 €
Sistema bombagem/transporte	55.341,00 €
Sistema de Tratamento Físico-químico	–
Sistema de Tratamento Fotoquímico	–
Sistema de Tratamento de remoção de cianetos	–
Sistema Tratamento Biológico	–
TOTAL (opção completo)*	411.351,01 €
TOTAL (opção parcial e recomendada)**	273.411,00 €

*Poderá ser considerado sobre estes valores o valor do depósito de acumulação das águas de lavagem/Hidrodecapagem até ao seu encaminhamento para destino final (cerca de 9000€).

9.2 CUSTOS ESTIMADOS DE EXPLORAÇÃO

No que diz respeito a custos de exploração, consideraram-se os seguintes:

- Custos de energia eléctrica
- Custos de descarga no colector dos SMAS (Tarifa 1º escalão, 2º escalão e fixo)
- Custos de descarga em meio hídrico (Taxa de Recursos Hídricos)
- Consumo de reagentes
- Gestão de lamas desidratadas (aluguer de contentor; frete para destino final, tratamento €/ton)
- Realização de análises laboratoriais (autocontrolo)
- Serviços técnicos de mão-de-obra de operação, manutenção, exploração

Importa esclarecer alguns pontos tidos em conta na estimativa dos custos de exploração:

- Para cada efluente com várias soluções possíveis assumiu-se sempre como pressuposto, a mesma quantidade, ou seja, tratamento local de x quantidade /ano vs encaminhamento para destino final de x ton/ano, por forma às situações serem comparáveis,
- Relativamente aos custos de energia previu-se as potências dos equipamentos das diferentes soluções, bem como os tempos de funcionamento previstos, por forma a quantificar a energia anualmente gasta nos vários cenários. Considerou-se um custo de 0,15 €/kwh.
- Relativamente ao destino a dar às águas das diferentes residuais, apresenta-se (no mesmo Quadro) para cada uma, os custos associados aos diferentes destinos, apenas para comparação mais fácil. Em termos de custos efectivos apenas se aplicará o respectivo em cada cenário (ou se paga taxa de saneamento de descarga em colector, ou se paga a taxa de recursos hídricos de descarga em meio hídrico, ou se paga o custo do encaminhamento directo para destino final.
- No que diz respeito ao item das análises laboratoriais definiu-se hipoteticamente o que poderá eventualmente vir a ser pedido como autocontrolo numa situação de descarga, pelas respectivas entidades competentes. Naturalmente, não há forma de prever com exactidão o que virá a ser pedido, nos vários cenários e pelas diferentes entidades, pois não está definido por nenhum documento. A única fonte de informação concreta, nesta fase, são as análises exigidas pelos SMAS Almada na estação elevatória das águas residuais domésticas. Para efeitos de estimativa de custos de exploração considerou-se o seguinte:

- a) Cenário de descarga das águas residuais tratadas no colector dos SMAS considerou-se os parâmetros que são exigidos actualmente mas com uma periodicidade superior – trimestral- por receber águas de novas origens e de componente “industrial” (não “doméstico”)



- b) Cenário de descarga das águas residuais tratadas em linha de água, na saída da ETAR Doméstica, (Tratamento Biológico) considerou-se amostragem composta na saída da ETAR, com periodicidade mensal e análise laboratorial aos parâmetros: CBO5, CQO, SST, pH, Azoto Total, Fósforo Total, E.coli, Hidrocarbonetos, óleos e gorduras, Total de metais pesados. Considerou-se ainda custos associados a análises de controlo do processo de tratamento, nomeadamente, análise na entrada a CBO5, CQO, SST; análise no tanque de arejamento a SST e SSV, mensalmente.
- c) Estimou-se o custo equivalente ao cenário actual, com a amostragem efectuada anualmente ao efluente da estação elevatória de águas residuais domésticas, para descarga no colector dos SMAS e análise aos parâmetros: pH, CBO5, CQO, SST, SDT, detergentes, hidrocarbonetos, óleos e gorduras, Cobre, Zinco, níquel, Crómio VI.

Nota: em função das águas tratadas poderão ser exigidos parâmetros específicos, como os cianetos no caso da galvanoplastia, ou dos fenóis no caso da lavagem química.

- No que diz respeito ao item dos serviços técnicos de mão-de-obra estimaram-se condições possíveis para os vários sistemas de tratamento, sendo a principal, que havendo ETAR doméstica implica que haja tratamento físico-químico e nesse caso, e nesse caso o acompanhamento seria permanente.

Havendo apenas sistema de tratamento físico-químico com /sem com os restantes complementos, como a existência de águas para tratar não é constante e é um processo descontinuo, a necessidade de mão de obra reduz.

Com base na estimativa dos custos de exploração apresentados de seguida, é que é possível fazer as combinações possíveis dos vários cenários, com os respectivos custos associados (tratamento vs encaminhamento; descarga nos SMAS (taxa de saneamento) vs descarga em linha de água (taxa de recursos hídricos), etc

**TEKBOX**

Water engineering

Data	Lingua	Edição/Revisão
28-03-2016	pt	1

Página
66 (77)

9.2.1 Custos Estimados de exploração associados ao tratamento de águas de lavagem/hidrodecapagem de navios (300 m³/ano)

Tratamento das águas de lavagem / Hidrodecapagem dos navios			
Componente	Quantidade Anual	Custo Unitário	Custo Total Anual €/ano
Energia eléctrica	1183,5 kwh/ano	0.15 €/kwh	117,53 €
Taxa saneamento (se descarga em colector dos SMAS) Ou:	300 m³/ano	1,9291 €/m³ (acresce ao 2º escalão, pois junta ao efluente domestico)	578,73 €
Taxa recursos Hídricos, (se descarga em linha de água, após ETAR domestica)	23 5,4 2,1	0,32 €/kg C 0,15€/kg N 0,18€/kg P	8,55€
Gestão de lamas - não perigosas (se análise validar) Ou:	7,8 1,3 12	40 €/ton 455 €/frete 6m³ 39€/mês aluguer cont.	(1.372,66 €)
Gestão de lamas – perigosas**	7,81 1,3 12	90 €/ton 455 €/frete 6m³ 39€/mês aluguer cont.	1.763,16 €
Reagentes	– vários	-- vários	694,25 €
Análises	4 x/ano	261,43 €	1045,71 €
Mão-de-obra***	1 mês Operação/Exploração + 4 Visitas manutenção	2 283,37 € 231,67 €	3210,04 €
Alternativa:			
Encaminhamento para destino como resíduo (cenário 0)	300 m³/ano	76,67€*	23001,00€

Preços Sujeitos ao IVA à Taxa Legal em Vigor

*admitindo custo igual das restantes águas brutas sem valorização como é o caso das "oleosas"

**nesta fase considerou-se lama perigosa

***considerou-se manutenção, para além da operação/exploração na mão-de-obra. Caso venha a ser assumida pelo cliente este custo externo diminui.

Apresenta-se estimativa de custo do "cenário 0", que seria encaminhamento destas águas directamente para o exterior (como "resíduo"), evitando a instalação de um sistema de tratamento dedicado.



9.2.2 Custos Estimados de exploração do tratamento das águas de lavagem química (da Mecânica) – 492 m³/ano

Tratamento Efluentes da lavagem Química (da Mecânica)			
Componente	Quantidade Anual	Custo Unitário	Custo Total Anual €/ano
Energia eléctrica	86953 kwh/ano	0.15 €/kwh	13.042,95 €
Taxa saneamento (descarga em colector dos SMAS) Ou:	492 m3/ano	1,9291 €/m3 (acresce ao 2º escalão, pois junta ao efluente domestico)	949,12 €
Taxa recursos Hídricos, (descarga em linha de água)	37,7 2,5 0,5	0,32 €/kg C 0,15€/kg N 0,18€/kg P	12,53 €
Gestão de lamas - não perigosas (a validar pela análise) Ou	12,81 2,135 0	40 €/ton 455 €/frete 6m3 39€/mês aluguer cont.	(1.483,83 €)
Gestão de lamas - perigosas	12,81 2,135 0	90 €/ton 455 €/frete 6m3 39€/mês aluguer cont.	2.124,33 €
Reagentes	—		2.588,63 €
Análises	4x /ano	261,43€	1045,71 € (as mesmas do FQ; não duplica)
Mão-de-obra*** (Lavagem navio +Lavagem Química)	4meses Operação + 4 Visitas manutenção	2 283,37 € 231,67 €	10060,16 €
Alternativa:			
Encaminhamento para destino como resíduo	492 ton/ano	76,67 €	37.721,64 €

Preços Sujeitos ao IVA à Taxa Legal em Vigor

**nesta fase considerou-se lama perigosa

***considerou-se manutenção, para além da operação/exploração na mão-de-obra. Caso venha a ser assumida pelo cliente este custo externo diminui.

Apresenta-se estimativa de custo alternativo de encaminhamento destas águas como resíduo, evitando a instalação de um sistema de tratamento dedicado (como é feito actualmente).

Nota: Destacam-se, nesta situação, os elevados custos de energia associados ao tratamento fotoquímico, bem como ao consumo de reagentes (nomeadamente peróxido de hidrogénio). Este consumo dependerá da qualidade da água.



9.2.3 Custos Estimados de exploração do tratamento das águas de galvanoplastia – 52 m³/ano (juntamente com tratamento físico-químico)

Tratamento Efluentes da Galvanoplastia			
Componente	Quantidade Anual	Custo Unitário	Custo Total Anual €/ano
Energia eléctrica	308,2 kwh/ano	0,15 €/kwh	46,23 €
Taxa saneamento (descarga em colector dos SMAS) Ou:	52 m3/ano	1,9291 €/m3 (acresce ao 2º escalão, pois junta ao efluente domestico)	100,31 €
Taxa recursos Hídricos, (descarga em linha de água)	4 5,2 0,5	0,32 €/kg C 0,15€/kg N 0,18€/kg P	2,15 €
Gestão de lamas - não perigosas (a validar pela análise) Ou:	0,9 0,15 0	40 €/ton 455 €/frete 6m3 39€/mês aluguer cont.	(104,25 €)
Gestão de lamas – perigosas**	0,9 0,15 0	90 €/ton 455 €/frete 6m3 39€/mês aluguer cont.	149,253 €
Reagentes	--		487,90 €
Análises	4	261,43€	1045,71 € (as mesmas do FQ; não duplica)
Mão de obra (FQ+Galv.)***	1,5 meses Operação + 4 visitas manutenção	2 283,37 € 231,67 €	4351,73 € (inclui acompanhamento da água lavagem navio)
Ou: Mão de obra (FQ+Galv.+Lavagem Quim)***	4meses Operação + 4 Visitas manutenção	2 283,37 € 231,67 €	10060,16 €
Alternativa:			
Encaminhamento para destino como resíduo	52 ton/ano	76,67 €	3.986,84 €

Preços Sujeitos ao IVA à Taxa Legal em Vigor

**nesta fase considerou-se lama perigosa

***considerou-se manutenção, para além da operação/exploração na mão-de-obra. Caso venha a ser assumida pelo cliente este custo externo diminui.

Apresenta-se estimativa de custo alternativo de encaminhamento destas águas como resíduo, evitando a instalação de um sistema de tratamento dedicado (como é feito actualmente).

**TEKBOX**

Water engineering

Data
28-03-2016Lingua
ptEdição/Revisão
1Página
69 (77)**9.2.4 Custos Estimados de exploração do encaminhamento das águas oleosas ("porões dos navios") – 419 ton/ano**

Tratamento Efluentes da Galvanoplastia			
Componente	Quantidade Anual	Custo Unitário	Custo Total Anual €/ano
Encaminhamento para destino como resíduo	419,059 ton/ano	26 €	10 895,53 €

Preços Sujeitos ao IVA à Taxa Legal em Vigor



9.2.5 Custos Estimados de exploração do tratamento das águas residuais domésticas – 26663 m³/ano

Opção 1 (Concentração CBO₅ inicial com valor mais típico, 300 mg/IO₂)

Opção 1 (Concentração CBOs inicial com valor mais típico, 300 mg/lO ₂)			
Tratamento Efluentes Domésticos – Opção 2			
Componente	Quantidade Anual	Custo Unitário	Custo Total Anual €/ano
Energia eléctrica	74197 kwh/ano	0.15 €/kwh	11.129,61 €
Taxa saneamento (descarga em colector dos SMAS)	180 m ³ /ano 26483 m ³ /ano 12 meses/ano	1,3837 €/m ³ 1,9291 €/m ³ 363,6 €/mês	55.700,62 €
Ou:			
Taxa recursos Hídricos, (descarga em linha de água)	2044 693 174	0,32 €/kg C 0,15€/kg N 0,18€/kg P	789,35 €
Gestão de lamas - não perigosas	25 4,2 12	40 €/ton 455 €/frete 6m ³ 39€/mês aluguer cont.	9.155,50 €
Ou			
Gestão de lamas – perigosas (apenas se misturadas com químicas)	25 4,2 12	90 €/ton 455 €/frete 6m ³ 39€/mês aluguer cont.	(12905,50€)
Reagentes	--		331,50 €
Análises (meio hídrico)	12	239,05 €	2 868,57 €
Mão-de-obra	1 ano Operação + 12 visitas manutenção	24006,21 € 231,67 €	26786,25 €
Alternativa:			
Análises (colector SMAS)	1	232,86 €	232,86 €

Preços Sujeitos ao IVA à Taxa Legal em Vigor

**nesta fase considerou-se lama não perigosa (face à diluição com a lama de origem doméstica, mas apenas uma análise o poderá validar)

***considerou-se manutenção, para além da operação/exploração na mão-de-obra. Caso venha a ser assumida pelo cliente este custo externo diminui.

Apresenta-se estimativa de custo alternativo de encaminhamento destas águas no colector dos SMAS evitando a instalação de um sistema de tratamento dedicado (como é feito actualmente).

**TEKBOX**

Water engineering

Data	Lingua	Edição/Revisão	Página
28-03-2016	pt	1	71 (77)

Opção 2 (Concentração CBO₅ inicial com valor da análise do cliente 90 mg/IO₂)**Tratamento Efluentes Domésticos – Opção 1**

Componente	Quantidade Anual	Custo Unitário	Custo Total Anual €/ano
Energia eléctrica	54201 kwh/ano	0.15 €/kwh	8.130,21 €
Taxa saneamento	180 m³/ano	1,3837 €/m³	55.700,62 €
(descarga em colector dos SMAS)	26483 m³/ano	1,9291 €/m³	
	12 meses/ano	363,6 €/mês	
Taxa recursos Hídricos, (descarga em linha de água)	2044 693 174	0,32 €/kg C 0,15€/kg N 0,18€/kg P	789,35 €
Gestão de lamas - não perigosas	75 13 12	40 €/ton 455 €/frete 6m3 39€/mês aluguer cont.	3.363,83 €
Gestão de lamas – perigosas (apenas se misturadas com químicas)	75 13 12	90 €/ton 455 €/frete 6m3 39€/mês aluguer cont.	(4.613,83 €)
Reagentes	–		253,50 €
Análises (meio hídrico)	12	239,05 €	2 868,57 €
Mão-de-obra	1 ano Operação + 12 visitas manutenção	24006,21 € 231,67 €	26786,25 €
Alternativa:			
Análises (colector SMAS)	1	232,86 €	232,86 €

Preços Sujeitos ao IVA à Taxa Legal em Vigor

**nesta fase considerou-se lama não perigosa (face à diluição com a lama de origem doméstica, mas apenas uma análise o poderá validar)

***considerou-se manutenção, para além da operação/exploração na mão-de-obra. Caso venha a ser assumida pelo cliente este custo externo diminui.

Apresenta-se estimativa de custo alternativo de encaminhamento destas águas no colector dos SMAS evitando a instalação de um sistema de tratamento dedicado (como é feito actualmente).

**TEKBOX**

Water engineering

Data
28-03-2016Lingua
ptEdição/Revisão
1Página
72 (77)**9.2.6 Resumo de custos estimados de exploração para os vários cenários**

Recorde-se os cenários equacionados:

CENÁRIO		1	2	3	4	5
ORIGEM DAS ÁGUAS RESIDUAIS BRUTAS	Águas da Lavagem / Hidrodecapagem dos navios	Pré-tratamento Físico-químico + Descarga no colector SMAS	Pré-tratamento Físico-químico + Descarga no colector SMAS	Pré-tratamento Físico-químico + Descarga no colector SMAS	Pré-tratamento Físico-químico + Descarga no colector SMAS	Pré-tratamento Físico-químico + Tratamento ETAR Doméstica + Descarga Rio
	Águas da Lavagem Química (Tratamento Químico da Mecânica)	Encaminhament o resíduo	Pré-tratamento Físico-químico + Fotoquímico + Descarga no colector SMAS	Pré-tratamento Físico-químico + Fotoquímico + Descarga no colector SMAS	Encaminhamento resíduo	Pré-tratamento Físico-químico + Fotoquímico + Tratamento ETAR Doméstica + Descarga Rio
	Águas Galvanoplastia	Encaminhament o resíduo	Encaminhament o resíduo	Pré-tratamento Remoção cianetos + Físico-químico + Descarga no colector SMAS	Pré-tratamento Remoção cianetos + Físico-químico + Descarga no colector SMAS	Pré-tratamento Remoção cianetos + Físico-químico + Tratamento ETAR Doméstica + Descarga no Rio
	"Águas Oleosas"(porões)	Encaminhament o resíduo	Encaminhament o resíduo	Encaminhament o resíduo	Encaminhamento resíduo	Encaminhamento resíduo
	Águas Residuais Domésticos	Descarga no colector SMAS	Descarga no colector SMAS	Descarga no colector SMAS	Descarga no colector SMAS	Tratamento ETAR Doméstica + Descarga no Rio
	Resumo do(s) tipo(s) de tratamento associados a cada cenário	Pré-tratamento Físico-químico	Pré-tratamento Físico-químico + Fotoquímico	Pré-tratamento Remoção cianetos + Físico-químico + Fotoquímico	Pré-tratamento Físico-químico + Fotoquímico	Pré-tratamento Remoção cianetos + Físico-químico + Fotoquímico + ETAR Doméstica
Resumo dos pontos de descarga e destinos associados a cada cenário		Colector dos SMAS + 3 Resíduos	Colector dos SMAS + 2 Resíduos	Colector dos SMAS + 1 Resíduo	Colector dos SMAS + 2 Resíduos	Melo Hídrico + 1 Resíduo

A estimativa dos custos de exploração associados a cada um deles é:

**Quadro XXIV – Estimativa de custos de exploração dos diferentes cenários**

CENÁRIO	1	2	3	4	5 Opção 1	5 Opção 2
Energia	177,53 €	13.220,48 €	13.266,71 €	223,76 €	24.396,32 €	21.396,92 €
Taxa Descarga SMAS	56.279,35 €	57.228,47 €	57.328,78 €	56.379,66 €	–	–
Taxa Descarga Rio (TRH)	–	–	–	–	812,58 €	812,58 €
Reagentes	694,25 €	3.282,88 €	3.770,78 €	1.182,15 €	4.102,28 €	4.024,28 €
Gestão de Lamas	1.763,16 €	3.887,48 €	4.036,73 €	1.912,41 €	13.192,23 €	7.400,57 €
Análises (previsão)	1.278,57 €	1.278,57 €	1.278,57 €	1.278,58 €	2.868,57€	2.868,57
Mão-de-obra (previsão)	3.210,04 €	10060,16 €	10060,16 €	4.351,74 €	26.786,25 €	26.786,25 €
Encaminhamento Agua Lavag Qui	37.721,64 €	–	–	37.721,64 €	–	–
Encaminhamento Agua Galvan	3.986,84 €	3.986,84 €	–	–	–	–
Encaminhamento Aguas Oleosas	10.895,53 €	10.895,53 €	10.895,53 €	10.895,53 €	10.895,53 €	10.895,53 €
TOTAL €/ANO	116.006,91 €	103.840,42 €	100.637,27 €	113.945,47 €	83.053,76 €	74.184,69 €

Apresenta-se ainda estimativa dos custos de exploração do cenário 0:

Quadro XXV – Custos de exploração do cenário 0

CENÁRIO	0
Energia	–
Taxa Descarga SMAS	55.700,62 €
Taxa Descarga Rio (TRH)	–
Reagentes	–
Gestão de Lamas	–
Análises (previsão)	232,86 €
Mão-de-obra (previsão)	–
Encaminhamento Agua Lavag Qui	37.721,64 €
Encaminhamento Agua Galvan	3.986,84 €

**TEKBOX**

Water engineering

Data	Língua	Edição/Revisão
28-03-2016	pt	1

Página
74 (77)

Encaminhamento Águas Oleosas	10.895,53 €
Encaminhamento Águas de lavagem/hidrodecapagem	23.000,01 €
TOTAL€/ANO	131.538,50 €

10 CONCLUSÕES ECONÓMICO-FINANCEIRAS

De entre todos os cenários mostrados e quantificados até aqui pretende-se realçar a forte dependência dos pressupostos assumidos e das operações de produção por vós indicadas. Pelo que na apreciação deste estudo, deverá o Cliente validar e aprovar os caudais anuais considerados em cada um dos sectores fabris.

Realça-se ainda que apesar de procurarmos ser o mais rigorosos possível, existe uma margem de erro associada aos valores apresentados, por isso sempre os colocamos como estimativa. (A título de exemplo: foram calculados os valores de Taxas de Recursos Hídricos, com base em valores de saídas esperados, não são estas amostras reais, dado que a ETAR ainda não existe).

Feitas estas ressalvas, mostra-se a comparação dos cenários (mantendo o código de cores anterior) no que diz respeito ao PRI (Período de Retorno de Investimento), assinalado em anos.

Apresenta-se o resumo das duas variantes de estimativa de investimento do sistema de contenção/retenção das águas (solução mais cara e solução mais barata).

Quadro XXVI- Comparação do período de retorno de investimento dos cenários - considerando opção das comportas/retenção mais cara (total) e incluindo esse investimento no cálculo

Rúbrica	0	1	2	3	4	5 Opção 1	5 Opção 2
Investimento em Activos corpóreos - TOTAL	411.351,01 €	565.971,35 €	709.746,35 €	745.698,35 €	601.923,35 €	1.076.922,10 €	1.020.922,10 €
Custos de Exploração/ANO	131.538,50 €	116.006,91 €	103.840,42 €	100.637,27 €	113.945,47 €	83.053,76 €	74.184,69 €
Poupança/ Ano		15.531,59 €	27.698,08 €	30.901,23 €	17.593,03 €	48.484,74 €	57.353,81 €
PRI* [Anos]		36,44	25,62	24,13	34,21	22,21	17,80

Quadro XXVII- Comparação do período de retorno de investimento dos cenários - considerando opção das comportas/retenção mais barata (parcial e recomendada) e incluindo esse investimento no cálculo

Rúbrica	0	1	2	3	4	5 Opção 1	5 Opção 2
Investimento em Activos corpóreos - TOTAL	273.411,00 €	428.031,34 €	571.806,34 €	607.758,34 €	463.983,34 €	538.982,09 €	682.982,09 €
Custos de Exploração/ANO	131.538,50 €	116.006,91 €	103.840,42 €	100.637,27 €	113.945,47 €	83.053,76 €	74.184,69 €
Poupança/ Ano		15.531,59 €	27.698,08 €	30.901,23 €	17.593,03 €	48.484,74 €	57.353,81 €
PRI* [Anos]		27,56	20,64	19,67	26,37	19,37	15,40

Com base nestes quadros resumo, que incluem os custos totais envolvidos, como o prazo habitual para *leasings* na banca comercial para empresas é de 15 Anos e assumindo que também será de bom senso considerar o período de vida destes activos de 15 anos, julgamos poder considerar infelizmente que não há nenhuma combinação de soluções de tratamento com um PRI inferior ao período de vida dos activos (15 anos);

Nesta análise, a solução mais tentadora será a que contempla o tratamento de tudo (5), pois também é a que incorpora o custo evitado da descarga da água para o colector dos SMAS, mas ainda assim, com um período de retorno muito pouco interessante e ainda dependente de uma autorização de descarga em meio sensível, como explicado no estudo. No caso de se optar por este cenário 5 deverá ser sempre previamente validada a autorização de descarga.

Claramente, apesar de estarmos perante uma situação em que todos os cenários considerados têm um custo de exploração inferior ao do cenário 0 (zero), as diferenças não são significativas quando entram os montantes necessários para investimento, tomando-os poucos interessantes e arriscados.

Sublinha-se ainda que o PRI, nesta avaliação não é um indicador de rentabilidade dos projectos, mas sim um indicador de risco, sendo maior quanto mais tempo demorar a recuperar o investimento.

Estamos claramente perante um cenário de falta de escala, pelo que compensará encaminhar todos os efluentes para destino final, efectuando simplesmente e resolvendo o problema que inicialmente motivou este estudo (retenção/bombagem/ transporte).

Na nossa opinião, a decisão mais ponderada a tomar será a de avançar com o investimento da contenção e segregação das águas da lavagem e hidrodecapagem de cascos de navios, já que é uma necessidade legal e comum a todos os cenários e encaminhá-la para destino.

Poderá proceder-se ao adiamento dos outros investimentos, aproveitando os próximos anos para medir com base nesta informação agora entregue os custos de exploração reais e necessários face à expansão da actividade industrial verificada.



Desta forma, não incorre já o Arsenal em Custos Fixos de amortização de Equipamentos.

Recomenda-se ainda que cruzem estes dados agora calculados e entregues da nossa especialidade com os dados da vossa operação e eventualmente possam utilizar um método de avaliação de projectos baseado em rendibilidades e que tenha em conta *cash-flows* gerados derivados da vossa operação e expectativa de actividade. Bem como naturalmente terem em conta eventuais custos de financiamento que desconhecemos nesta data.

Sem querermos condicionar decisões apresenta-se ainda outra análise:

Uma vez que existe um investimento comum e transversal a todos os cenários, nomeadamente, os sistemas de comportas/retenção e bombagem e transporte das águas de lavagem/hidrodecapagem dos navios, apresenta-se de seguida, a pedido do cliente, uma análise comparativa dos vários cenários, em termos de período de retorno de investimento, mas descontando esse custo comum a todos, para uma avaliação de retorno, apenas dos itens que diferem entre cenários.

Ou seja, em relação aos dois quadros anteriores retirou-se a parcela correspondente ao custo de investimento do cenário 0.

O racional desta comparação prende-se com o facto de a solução de retenção, bombagem e transporte das águas de lavagem e hidrodecapagem dos navios não ser uma opção, mas sim uma necessidade legal para a continuação da operação.

Quadro XXVIII- Comparação do período de retorno de investimento dos vários cenários excluindo o custo de investimento das comportas/retenção e cisterna de acumulação/transporte (que é comum aos vários cenários).

Rúbrica	0	1	2	3	4	5 Opção 1	5 Opção 2
Investimento em Activos corpóreos – TOTAL (excluindo investimento inicial de compostas/cisterna de transporte)	–	154.620,34 €	298.395,34 €	334.347,34 €	190.572,34 €	665.571,09 €	609.571,09 €
Custos de Exploração/ANO	131.538,50 €	116.006,91 €	103.840,42 €	100.637,27 €	113.945,47 €	83.053,76 €	74.184,69 €
Poupança/ Ano		15.531,59 €	27.698,08 €	30.901,23 €	17.593,03 €	48.484,74 €	57.353,81 €
PRI* [Anos]		9,96	10,77	10,82	10,83	13,73	10,83

Com base na tabela anterior, avalia-se assim o risco de cada cenário, na plenitude das várias e verdadeiras opções. Todos os cenários apresentam períodos de retorno de investimento obviamente muito mais baixos, e inclusive inferiores a 15 anos. Verifica-se que as diferenças entre eles são muito pouco significativas e pode dizer-se que o PRI para as várias opções será de grosso modo de 10 anos e o aumento de investimento faz-se acompanhar de um aumento de poupança proporcional em todos os cenários. Dado que existe há data alguma incerteza nos pressupostos de actividade industrial

**TEKBOX**

Water engineering

Data	Língua	Edição/Revisão	Página
28-03-2016	pt	1	77 (77)

considerados e as opções são cumulativas, tecnicamente não nos chocaria que fosse tomada uma decisão de investimento progressiva em função das certezas de aumento de actividade industrial. (todas as soluções são modulares). Ressalva-se ainda que do cenário 1 ao cenário 5 o nível de exigência operacional e responsabilidade técnica e ambiental vai obviamente aumentando.

Uma vez mais realçamos que a decisão deve ser tomada em função do risco de cada solução e seu financiamento.