

**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA  
CIAGA  
DEPARTAMENTO DE ENSINO DE MÁQUINAS  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE MÁQUINAS (APMA)**



**CONSEQUÊNCIAS DA DESCARGA DE ESGOTO POR NAVIOS**

**João Luiz Oliveira de Souza**

**Orientador: Professor Hermann Regazzi Gerk**

**RIO DE JANEIRO**

**Março, 2012**

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA  
CIAGA  
DEPARTAMENTO DE ENSINO DE MÁQUINAS  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE MÁQUINAS (APMA)



CONSEQUÊNCIAS DA DESCARGA DE ESGOTO POR NAVIOS

Monografia apresentada ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficial de Máquinas, na modalidade de formação para Chefe de Máquinas, como requisito parcial para atender a Regra III/2 da Convenção STCW.

Por: João Luiz Oliveira De Souza

Orientador: Professor Hermann Regazzi Gerke

Rio de Janeiro  
Março, 2012

João Luiz Oliveira de Souza

## CONSEQUÊNCIAS DA DESCARGA DE ESGOTO POR NAVIOS

Monografia apresentada ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficial de Máquinas, na modalidade de formação para Chefe de Máquinas, como requisito parcial para atender a Regra III/2 da Convenção STCW.

Orientador: Professor Hermann Regazzi Gerck

Aprovada pela Banca Examinadora em \_\_\_\_\_ de março de 2012.

### **BANCA EXAMINADORA**

---

**1º MEMBRO**

---

**2º MEMBRO**

---

**3º MEMBRO**

Dedico esta monografia aos alunos que no futuro possam vir a utilizar esse material de estudo para um conhecimento maior.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus.

À minha família.

Aos professores que tanto nos ajudaram.

"O Deus dos Exércitos está conosco. Eia! Marchemos ao combate, que a vitória é certa, porque o General e amigo que vos guia, ainda, até hoje, não foi vencido!"

(Duque de Caxias)

## RESUMO

O trabalho feito tem como objetivo mostrar ao leitor, as principais problemáticas encontradas no meio aquático bem como os meios de serem sanadas e a lei que rege esse problema. O estudo começa com a descrição da água (o que ela é para o homem), do esgoto, da poluição, seu contexto na atualidade, e da relação entre ambas (esgoto x poluição), etc. Aprofundamos o assunto no que tange às leis da MARPOL 73/78, suas regras e seus efeitos sobre as embarcações, ou qualquer meio flutuante em que sejam cabidas as suas normas. Os tanques de tratamento e estocagem, onde fica depositado o esgoto oriundo do navio; os tanques de água doméstica em navios e um método de esterilização descrito na abordagem. Em seguida exemplifiquei os sistemas de tratamento de esgoto sanitário que estão presentes nas embarcações, e a constituição do esgoto, como, coliformes, sólidos suspensos. Falei sobre uma importante situação, a Demanda Química e Biológica de Oxigênio e sobre os padrões de qualidade de efluentes. No decorrer do trabalho é abordado o modo como é tratado biologicamente o esgoto nos navios mercantes utilizando as bactérias aeróbicas e anaeróbicas. Por fim, falo sobre os equipamentos sanitários marítimos, para que são projetados. Ainda abordo o caso dos E.U.A que não são signatários do anexo de combate a poluição de esgoto por navios, mas possuem uma das melhores regras de combate a esse tipo de poluição. E por último é comentado sobre um caso especial, os navios de passageiros, que por sua carga (pessoas), possuem normas específicas.

**Palavras-Chave:** Esgoto, Poluição, MARPOL 73/78, Demanda Química e Biológica de Oxigênio, Navios de Passageiros

## ABSTRACT

The work done aims to show the reader the main problems encountered in the aquatic environment and ways of being remedied and the law governing this issue. The study begins with a description of the water (which she is for man) of sewage, pollution and its context today, and the relationship between both (sewage x pollution, etc.). Deepen the subject in regard to the laws of MARPOL 73/78, its rules and its effects on the vessels, or any means that are floating fit their standards. The treatment and storage tanks, where it is deposited sewage coming from the vessel, domestic water tanks in ships and a sterilization method described in approach. Then exemplifies the treatment systems of wastewater that are present in the vessels and the establishment of sewage, such as coliform, suspended solids. I talked about an important situation, the Chemical and Bio-Chemical Oxygen demand and on standards of effluent quality. During this work is discussed how the sewage is treated biologically in merchant ships using the aerobic and anaerobic bacteria. Finally, talk about the marine sanitation, for which they are designed. Still aboard the U.S. case that are not signatories to the Annex to combat pollution by sewage from ships but have one of the best rules to combat such pollution. And lastly is reviewed on a special case, passenger ships, which in its cargo (people) have specific rules.

**Key-Words:** Sewage, Pollution, MARPOL 73/78, Chemical and Bio-Chemical Oxygen Demand, Passenger Ships

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Poluição das águas .....	14
Figura 2	- RJ - Rio Guandu, que abastece 23 do estado, sofre com esgoto e proliferação de algas .....	14
Figura 3	- Flame Trap .....	22
Figura 4	- Unidade de tratamento de efluentes .....	24
Figura 5	- Tanque de tratamento de águas residuais .....	24
Figura 6	- Sistema de água potável doméstica e sanitária .....	26
Figura 7	- Eletro-katadyn .....	27
Figura 8	- Gráfico da DBO sendo realizado em 8 dias .....	31
Figura 9	- Foto da bactéria e-coli .....	33
Figura 10	- Planta de tratamento de esgoto biológico .....	35
Figura 11	- Planta para tratamento de esgoto em navios mercantes.....	36

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. ESGOTO E POLUIÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>3. REGRAS ESTABELECIDAS PELA MARPOL 73/7816.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Águas Servidas dos Navios .....</b>	<b>20</b>
<b>4. TANQUES DE TRATAMENTO E ESTOCAGEM .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1 Tanques de Água Doméstica em Navios .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2 Método de Esterilização Eletro-Katadyn .....</b>	<b>26</b>
<b>5 SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO .....</b>	<b>28</b>
<b>5.1 Sistemas de Esgoto .....</b>	<b>29</b>
<b>5.2 Padrões de Qualidade de Efluentes .....</b>	<b>30</b>
5.2.1 Demanda Química de Oxigênio.....	30
5.2.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	31
5.2.3 Relações Entre DQO e DBO .....	32
5.2.4 Sólidos Suspensos.....	32
5.2.5 Coliformes .....	33
<b>6 TRATAMENTO BIOLÓGICO DE ESGOTO EM NAVIOS .....</b>	<b>34</b>
<b>7 EQUIPAMENTOS SANITÁRIOS MARÍTIMOS.....</b>	<b>37</b>
<b>7.1 Casos Especiais: Navios de Passageiros .....</b>	<b>40</b>
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>42</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A poluição oceânica está se tornando rapidamente uma epidemia global; não se limitando às nações industrializadas, pois os países em desenvolvimento também estão sob cerco.

Os oceanos do mundo são, na realidade, um só grande oceano, com correntes que ignoram fronteiras. A atividade no mar, assim como qualquer outra em qualquer local do mundo, tem um elevado potencial gerador de impactos em função de suas necessidades operacionais básicas.

A quantidade e a diversidade dos resíduos de esgotos em navios mercante têm causado vários problemas de caráter ambiental, pois o aumento na quantidade e tonelagem da frota mercante mundial vem preocupando diversos setores e obrigando as empresas a se adequarem as normas estabelecidas pela MARPOL e outras convenções, como também a legislação vigente em cada estado membro da IMO.

O tratamento de esgotos em navios mercantes vem sendo empregado e utilizam-se equipamentos projetados segundo as normas da convenção com o objetivo de padronizar e minimizar esses resíduos para depois serem descartados no mar. A poluição por esgoto de navios mercantes vem contribuindo de forma global e significativa para a degradação dos mares e a depleção na quantidade de oxigênio disponível para as espécies aquáticas favorecendo também a proliferação de algas nocivas ao ambiente marinho que eliminam toxinas bastante perigosas.

Espécies aquáticas estão sujeitas a vários tipos de doenças provenientes de esgotos contaminados e que são lançados sem nenhum tipo de tratamento, que torna esses seres vulneráveis a todo tipo de contaminação de veiculação hídrica, causando problemas na reprodução das espécies, assim como impacto na produção pesqueira mundial.

## 2. ESGOTO E POLUIÇÃO

A água é um bem precioso e cada vez mais tema de debates no mundo todo. O uso irracional e a poluição de fontes importantes (rios, lagos e mares), podem ocasionar a falta de água doce e ameaçando assim, a fauna marinha. As principais causas de deteriorização dos rios, lagos e dos oceanos são: poluição e contaminação por poluentes e esgotos.

O ser humano tem causado todo este prejuízo à natureza, através dos lixos, esgotos (marítimos, industriais, domésticos e outros), dejetos químicos industriais e mineração sem controle. Estudos da Comissão Mundial de Água e de outros organismos internacionais demonstram que cerca de 3 bilhões de habitantes em nosso planeta estão vivendo sem o mínimo necessário de condições sanitárias. Um milhão não tem acesso à água potável. Em virtude desses graves problemas, espalham-se diversas doenças como diarreia, esquistossomose, hepatite e febre tifóide, que matam mais de 5 milhões de seres humanos por ano, sendo que um número maior de doentes sobrecarregam os precários sistemas de saúde destes países. Com o objetivo de buscar soluções para os problemas dos recursos hídricos da Terra, foi realizado no Japão, em março de 2003, o III Fórum Mundial de Água. Políticos, estudiosos e autoridades do mundo todo aprovaram medidas e mecanismos de preservação dos recursos hídricos. Estes documentos reafirmam que a água doce é extremamente importante para a vida e saúde das pessoas; e as águas dos mares e oceanos, são importantes para a economia das cidades que tiram seu sustento da pesca e do turismo, e defende que, alguns desafios devem ser urgentemente superados: o atendimento das necessidades básicas da população, a garantia do abastecimento de alimentos, a proteção dos ecossistemas e mananciais, a administração de riscos, a valorização da água, a divisão dos recursos hídricos e a eficiente administração dos recursos hídricos.

O número de pessoas que vivem em cidades litorâneas está crescendo em todo o nosso planeta, e mais esgoto é produzido sem que o mar possa processá-lo. Tecnicamente, tratar os esgotos antes de lançá-los no mar não é um problema, mas custa caro. As nações em desenvolvimento, em particular, ressentem-se da falta de recursos financeiros para construir estações de tratamento em número

suficiente. No Sudeste Asiático, onde essas estações são poucas, o problema é mais sério ainda. Mesmo as nações ricas frequentemente relutam em gastar dinheiro com estações de tratamento e, assim, o esgoto acaba sendo lançado nas praias, o que não é somente desagradável, mas constitui um grave risco para a saúde.

Muitas cidades do mundo são densamente povoadas e possuem indústrias pesadas. Uma grande quantidade de despejos industriais é lançada diretamente no mar ou chega até ele através dos rios nos quais é despejada. Enquanto o esgoto doméstico é orgânico e pode ser reciclado pelo mar, grande parte do esgoto industrial é inorgânica, não se decompondo facilmente e permanecendo inalterada. Gradualmente, esses dois tipos de esgotos se somam, causando cada vez mais poluição. Mais de 100 mil produtos químicos diferentes têm como destino final o mar e, com frequência, ninguém sabe quais serão as consequências. A maior parte permanece nas águas costeiras, porém, como o oceano é um vasto sistema móvel, os compostos químicos vão lentamente se espalhando por ele. Ainda não se sabe como esses produtos afetam a vida marinha.

Nem todos os resíduos originam-se diretamente das indústrias. Muitos produtos químicos provêm das casas e são despejados no sistema de esgoto. As chuvas carregam o óleo, a graxa e outras sujeiras das estradas, veículos e construções para os rios e deles para o mar. Além disso, a chuva que cai no mar está contaminada com poluentes atmosféricos oriundos das chaminés das fábricas, das unidades de aquecimento central e dos escapamentos dos veículos.

O esgoto (industrial e doméstico) constitui uma das grandes ameaças para a vida marinha e para quem vive no litoral porque age como um fertilizante. O esgoto leva para o mar grande quantidade de matéria orgânica, o que acaba contribuindo para uma explosão do fitoplâncton – uma explosão que é conhecida por "bloom". A vida microscópica cresce de forma desordenada, prejudicando os outros microorganismos marinhos, que ficam sem espaço, sem oxigênio e sem nutrientes. Um dos exemplos mais conhecidos do bloom é a chamada maré vermelha, que resulta da proliferação dos dinoflagelados – um tipo de fitoplâncton que contém pigmento vermelho. Os dinoflagelados produzem substâncias tóxicas que podem causar a morte. O esgoto também carrega para o oceano diversos

organismos nocivos como bactérias, vírus e larvas de parasitas. Metade do peso seco do lixo humano é composto por bactérias. Delas, um grupo em particular costuma ser apontado como o grande vilão: os coliformes fecais. Tanto que são empregados como indicadores do nível de poluição das praias. Pelo menos 30% das praias brasileiras apresentam índices de coliformes fecais maiores do que deviam apresentar.



Figura 1: Poluição das águas.

Fonte: [http://www.vivaterra.org.br/vivaterra\\_poluicao\\_hidrica.htm](http://www.vivaterra.org.br/vivaterra_poluicao_hidrica.htm)



A BACIA do Guandu, antes da captação da Ceda: o preto do esgoto divide espaço com o verde das algas

Figura 2: RJ - Rio Guandu, que abastece 23 do estado, sofre com esgoto e proliferação de algas.

Fonte: <http://www.ecodebate.com.br/tagpoluicao/page11>

### 3. REGRAS ESTABELECIDAS PELA MARPOL 73/78

O acidente com o navio *Torrey Canyon* iniciou uma nova discussão sobre a segurança das embarcações e do meio ambiente, levando ao desenvolvimento de um instrumento compreensivo sobre a poluição por navios. Este instrumento denominado “Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios” (também conhecido como MARPOL 73) foi assinado numa conferência diplomática em 1973. Após o acidente com o navio *Amoco Cadiz* em 1977, sentiu-se a necessidade de retificar alguns itens do documento de 1973 e um Protocolo à Convenção foi elaborado na Conferência sobre a Segurança de Petroleiros e a Prevenção da Poluição, em fevereiro de 1978. Esta emenda feita à Convenção de 1973 pelo Protocolo de 1978 é conhecida como MARPOL 73/ 78.

As obrigações das Partes da MARPOL 73/ 78 determinadas nos artigos e regras sobre os diferentes tipos de poluição gerada por navios estão contidas em seis anexos:

Anexo		Data de vigência
I	Óleo	02 de outubro de 1983
II	Substâncias nocivas líquidas	06 de abril de 1987
III	Substâncias perigosas transportadas embaladas	01 de julho de 1992
IV	Esgoto	27 de setembro de 2003
V	Lixo	31 de dezembro de 1988
VI	Poluição do ar	19 de maio de 2005

Os países que ratificaram a Convenção devem implementar os requisitos em seus próprios navios e cobrar de outros navios de outras bandeiras que estejam em suas águas ou seus portos. A intenção de um país em concordar e ratificar os princípios da MARPOL 73/ 78 é fundamental e isto pode ser resultado de:

- Preocupações com o meio ambiente marinho nas águas sob sua jurisdição;
- Benefícios aos proprietários de navios (aceitação mundial das embarcações);
- Benefícios aos seus portos (relacionados ao controle da poluição);
- Preocupações com o meio ambiente em escala global.

O que fala o anexo IV da MARPOL 73/78:

## **Anexo IV**

### Regras para a prevenção da poluição por ESGOTO

#### **Regra 1 - Definições**

“ESGOTO” significa:

- (a) Drenagem e outras descargas provenientes de qualquer tipo de banheiros, mictórios e vasos sanitários;
- (b) Drenagem proveniente de recintos médicos por meio de pias, banheiras e sanitários localizados em tais recintos;
- (c) Drenagem de compartimentos que contenham animais vivos;
- (d) Outras descargas de água quando misturadas com as drenagens acima definidas.

TANQUE DE RETENÇÃO significa: um tanque para captação e depósito do esgoto.

#### **Regra 2 – Aplicação**

As disposições deste anexo se aplicarão a:

- (a) (i) navios novos de arqueação bruta igual ou superior a 200;
- (ii) navios novos com menos de 200 toneladas de arqueação bruta autorizados a transportar mais de 10 pessoas;
- (iii) navios novos que não tenham 200 toneladas de arqueação bruta e que estejam autorizados a transportar mais de 10 pessoas.
- (b) (i) navios existentes de arqueação bruta igual ou superior a 200 toneladas, dez anos após a entrada em vigor deste Anexo;

(ii) navios existentes de arqueação bruta inferior a 200, autorizados a transportar mais de 10 pessoas, dez anos após a entrada em vigor deste Anexo;

(iii) navios existentes que não tenham a arqueação bruta medida, autorizados a transportar mais de 10 pessoas, dez anos após a entrada em vigor deste Anexo.

### **Regra 3 – Vistorias**

(1) Todo navio do qual for exigido o cumprimento das disposições deste Anexo e que estiver engajado em viagens para portos e terminais offshore, sob a jurisdição de outras Partes da Convenção, estará sujeito às disposições deste Anexo:

(a) Vistoria inicial – antes de o navio entrar em serviço, ou antes, de ser emitido o Certificado pela primeira vez, que deverá assegurar que:

(i) quando o navio estiver equipado com uma instalação de tratamento de esgoto, esta deverá obedecer aos requisitos operacionais baseados em normas e métodos elaborados pela Organização;

(ii) quando o navio estiver equipado com um sistema para pulverizar e desinfetar o esgoto, este deverá ser de um tipo aprovado pela Organização;

(iii) quando o navio estiver equipado com um tanque de retenção, este deverá ter capacidade suficiente para armazenar todo o esgoto relacionado à operação do navio, número de passageiros, entre outros fatores relevantes. O tanque deverá ser capaz de indicar visualmente a quantidade de seu conteúdo armazenado;

(iv) o navio possua uma tubulação para descarga do esgoto para uma instalação de recebimento, com conexão padrão prevista na Regra 11 deste anexo.



Assegurar que o equipamento, as instalações, os arranjos e o material atendem plenamente os requisitos aplicáveis deste Anexo.

(b) Vistorias periódicas a intervalo especificados, que não excedam 5 anos.



Assegurar que o equipamento, as instalações, os arranjos e o material atendem plenamente os requisitos aplicáveis deste Anexo.

(2) Após qualquer vistoria, nenhuma alteração significativa deverá ser feita no equipamento, instalações, arranjos ou material, cobertos pela mesma, sem a aprovação da Administração, exceto no caso de substituição direta de tal equipamento ou instalações.

#### **Regra 4 – Emissão do Certificado**

Após a vistoria será emitido um Certificado Internacional de Prevenção da Poluição por Esgoto, para qualquer tipo de navio que esteja engajado em viagens para portos ou terminais offshore sob a jurisdição de outras Partes da Convenção.

#### **Regra 5 – Emissão do Certificado por outro Governo**

1º o governo de uma parte da convenção pode emitir ou autorizar a emissão do certificado a um navio que, após a vistoria, demonstrou estar em conformidade com as disposições de Anexo;

2º nenhum certificado Internacional de Prevenção da Poluição por Esgoto será emitido para um navio cuja bandeira não seja a de uma das Partes.

#### **Regra 6 – Forma do Certificado**

Deverá ser preenchido no idioma oficial do país que o emite. Caso este seja diferente do Inglês ou Francês, deverá uma versão num destes dois idiomas.

**Regra 7 – Duração do Certificado**

1º período não superior a 5 anos, salvo exceções previstas nas Regras (2), (3) e (4);

2º término da validade durante a viagem;

3º nenhum Certificado será prorrogado por mais de 5 meses;

**Perda da validade do Certificado:**

4º devido a alterações importantes no equipamento, instalações, arranjos ou material sem a aprovação da Administração, exceto, a substituição de tal equipamento ou instalações;

5º quando houver a transferência do navio para a bandeira de outro Estado, exceto como previsto no parágrafo (7);

Na transferência de um navio para a bandeira de outra Parte, o Certificado permanecerá em vigor por um período não superior a 5 meses, desde não tenha expirado antes do fim deste período ou até que a Administração emita um Certificado substituto.

**Regra 8 – Descarga de Esgoto**

1º Sujeita às disposições da Regra 9, a descarga de esgoto no mar é proibida EXCETO quando:

(a) quando o navio estiver descarregando o esgoto pulverizado e desinfetado, utilizando um sistema aprovado de acordo com a Regra 3 (1) a uma distância de mais de 4 milhas náuticas da terra mais próxima, ou esgoto que não esteja pulverizado ou desinfetado a uma distância de 12 milhas náuticas da terra mais próxima desde que:

- Em qualquer caso, não seja descarregado instantaneamente, mas sim numa vazão moderada (aprovada previamente);
- Quando o navio estiver em sua rota;
- A velocidade não for menor que 4 nós.

(b) (i) o navio possuir em operação uma instalação de tratamento de esgoto aprovada a qual tenha sido certificada como atendendo os requisitos deste Anexo:

(ii) o efluente não deve apresentar sólidos flutuantes visíveis nas águas circundantes, nem produzir descoloração nas mesmas, ou

(c) o navio estiver em águas sob jurisdição de um Estado e estiver descarregando de acordo com exigências menos severas que possam ser impostas por tal Estado.

1º Quando o esgoto estiver misturado com resíduos ou água com resíduos tendo exigências diferentes para a descarga, deverão ser aplicadas as exigências mais severas.

### **Regra 9 – Exceções**

A Regra 8 não se aplica:

(a) À descarga de esgoto no mar necessária para garantir a segurança do navio ou salvar uma vida humana;

(b) À descarga de esgoto no mar resultante de avaria no navio ou em seu equipamento, desde que tenham sido tomadas todas as precauções após a ocorrência da avaria ou descoberta do vazamento para prevenir ou minimizar a descarga;

### **Regra 10 – Instalações de Recebimento**

(1) Deverão ser instaladas nos portos e terminais para receber esgoto sem atrasar demasiadamente os navios, sendo adequadas às embarcações que as utilizam.

#### **3.1 Águas Servidas Dos Navios**

Em conformidade com o anexo IV da Convenção Internacional para Prevenção da Poluição do Mar por Navios, Águas servidas ou esgoto significa a descarga e outros rejeitos provenientes de qualquer tipo de instalações sanitárias ou mictórios; a descarga proveniente de compartimentos médicos (farmácias,

enfermarias, etc.), feita através de pias, banheiras e dalas ou embornais localizados naqueles compartimentos; a descarga proveniente de compartimentos que contenham animais vivos; ou outras descargas de água quando misturadas com as descargas mencionadas acima.

O Anexo IV contém uma série de regras referentes à descarga de água servida no mar; equipamentos e sistemas para o controle da descarga de esgoto; condições de facilidades nos portos e terminais para o recebimento desse esgoto e exigências para inspeção e certificação. Inclui também um modelo de Certificado Internacional de Prevenção da Poluição por Água servida a ser emitido pelas autoridades marítimas para os navios sob sua jurisdição (MARPOL, 2002).

Em 01 de Agosto de 2005, entrou em vigor uma revisão do referido anexo, e foi aplicada para navios empregados em viagens internacionais, possuindo 400 toneladas brutas ou mais ou que estão licenciados para transportar mais de 15 pessoas, sendo que os navios já existentes serão obrigados a cumprir com as exigências desta revisão até 01 de Agosto de 2010.

As exigências estão definidas por um total de onze regras, onde se destaca a regra 08 que estabelece duas situações básicas para o descarte de esgoto a bordo de navios, ambas as situações têm como parâmetro a distância de terras próximas.

A primeira delas é a permissão de lançamento de esgotos no mar desde que o esgoto tenha passado por equipamento adequado e aprovado pela referida convenção, estando assim triturado e desinfetado, a partir da distância de quatro milhas náuticas – cerca de oito quilômetros.

A segunda condição é que caso o referido resíduo não tenha passado pelos processos de tratamento, somente poderá ser descartado no oceano a partir de 12 milhas náuticas – cerca de 24 quilômetros – sendo que o esgoto armazenado não pode ser lançado instantaneamente, mas com vazão moderada, estando o navio em viagem e velocidade não inferior a 4 nós – cerca de 8 km/h.

O texto ainda informa que a taxa de vazão deve ser aprovada pela administração do navio, baseada nos padrões estabelecidos pela Organização Marítima Internacional.

#### 4. TANQUES DE TRATAMENTO E ESTOCAGEM

##### Tanques de retenção:

Tanques de retenção simples são aceitáveis para os navios que permanecem no porto por um período muito curto. A capacidade desses tanques deve ser grande para períodos longos por causa da quantidade de água que se usa durante a estadia. Eles exigem uma abertura, com a tomada adequada, posicionada corretamente e com segurança, por causa das emissões de gás. Para reduzir os riscos de incêndio um dispositivo chamado Flame Trap é utilizado. Para que se iniba a corrosão interna, implica-se em revestir e lavar os tanques depois de ser feito o despejo no mar, e para isso é necessária uma ligação de água doce.



Figura 3: Flame Trap

Fonte: [http://www.tradekorea.com/product-detail/P00033749/Flame\\_Trail.html](http://www.tradekorea.com/product-detail/P00033749/Flame_Trail.html)

##### Tanques de tratamento:

(A) Águas residuais podem ser coletadas em tanques de armazenamento. Qualquer tanque utilizado para a retenção de esgoto é uma fonte potencial de atividade anaeróbica, e a produção resultante de gás tóxico e inflamável. O projeto de um tanque pode incluir recursos para a manutenção de um nível adequado de oxigênio no líquido, a fim de eliminar condições anaeróbicas. Estes são baseados em injeção direta de ar, ou por arrastamento de ar ao mesmo tempo em bombeamento de líquidos através de um bico injetor.

(B) Quando não estiver equipado com um recurso de ventilação ativa, as condições previstas no armazenamento em tanques devem ser monitoradas. Eles devem ser completamente esvaziados e lavados por meio de intervalos não superiores a 24 horas, a menos que algum outro tratamento seja usado, que mantenha condições satisfatórias.

(C) Quando os sistemas de tratamento usam o processo de digestão aeróbia, ou outros meios para purificar, as recomendações do fabricante do efluente para operação e manutenção deverão ser seguidos para assegurar um funcionamento satisfatório em todos os momentos. Todos os tanques e sistemas associados devem ser submetidos a uma inspeção minuciosa quando as condições não são satisfatórias. Essas inspeções devem incluir:

(I) a remoção de tampas de inspeção do tanque e limpar todos os depósitos, prestando particular atenção para as áreas atrás da divisão interna do tanque;

(II) a inspeção da estrutura do tanque, divisões internas, encanamentos e revestimentos internos para assegurar que elas permaneçam em condições satisfatórias;

(III) a verificação de instrumentos de detecção, medição de nível e válvulas, para garantir que eles estejam funcionando corretamente;

(IV) a confirmação de que sistemas de distribuição de ar livre de vazamentos e bicos ou quaisquer elementos difusores usados para introduzir ar em condições satisfatórias;

(V) verificar se os sistemas utilizados para transferir conteúdo do tanque estão operacionais;

(VI) o controle dos sopradores de ar equipado, incluindo uma verificação para saber se a pressão está dentro dos limites permitidos e se alguma válvula de alívio instaladas que não estão vazando;



Figura 4: Unidade de Tratamento de Efluentes

Fonte: <http://www.viasapia.com.br/modules/pages/index.php?pagenum=18>

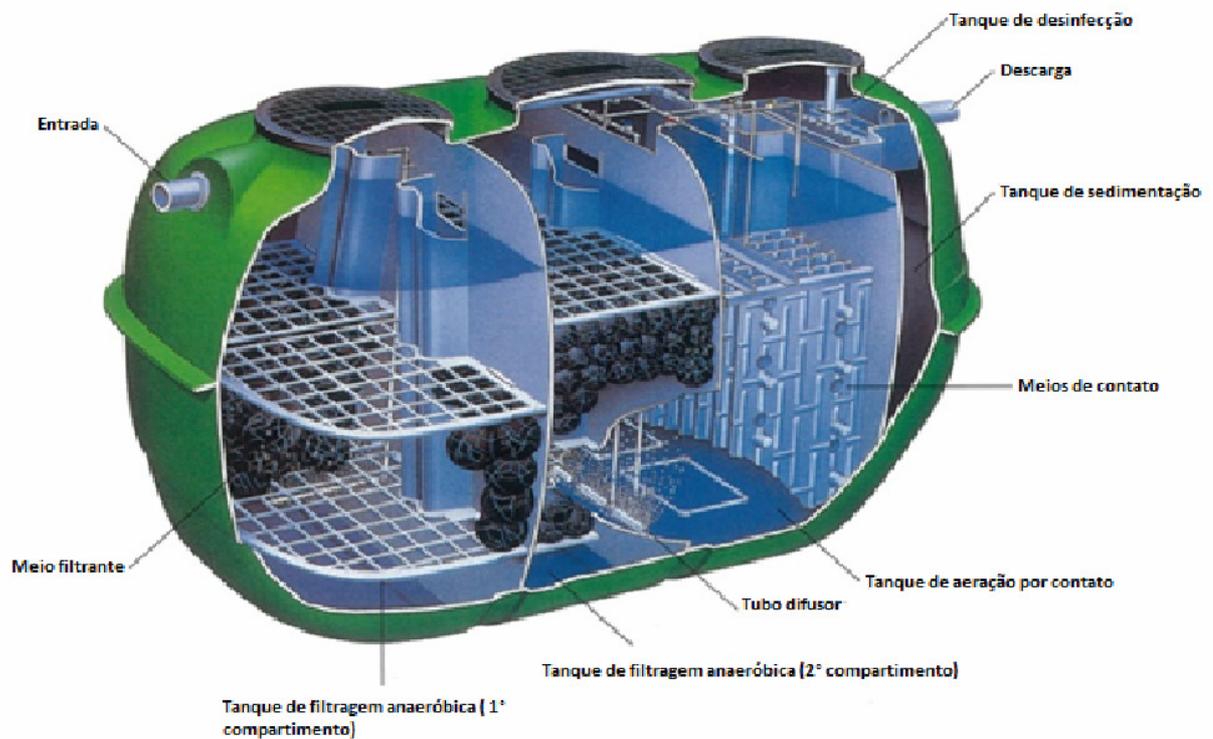


Figura 5 tanque de tratamento de águas residuais

Fonte: <http://www.graf-water.com/wastewater-treatment/septic-tanks/septic-tank-two-chambers.html>

#### 4.1 Tanques de Água Doméstica em Navios

Sistemas que utilizam tanques de gravidade para proporcionar um fornecimento de água potável e sanitário domésticos, têm sido substituídos por sistemas de abastecimento onde a pressão é mantida por um colchão de ar comprimido nos tanques de serviço. O nome comercial, pressão pneumática, é comumente usado para descrever os tanques e o sistema.

A água fresca é fornecida ao sistema, por uma das duas bombas que são autoprojctadas ou situadas em um nível inferior ao dos tanques de armazenamento. O acionamento das bombas é controlado por interruptores de pressão, que funcionam quando a pressão no tanque de serviço varia dentro dos limites pré-determinados enquanto a água é utilizada. As descargas de bombas através de filtros para um aumento principal, ramificado para dar abastecimento de água quente e fria, este último através de um aquecedor. Uma bomba de circulação pode ser montada no circuito com o vapor ou aquecedor elétrico. Um esterilizador de luz ultravioleta é colocado adjacente ao tanque de pressão pneumática de alguns sistemas. A luz ultravioleta atua em tal arranjo, como se estivesse usando um biocida. Apesar de eficaz, como meio de matar as bactérias, não parece oferecer proteção em longo prazo. O departamento de transporte exige para proteção de água potável em tanques de armazenamento, que seja usado uma dosagem de cloro ou o método eletro-Katadyn. O sistema sanitário funciona segundo o princípio de pressão pneumática, o mesmo que é usado para a água potável, e bombas, se o abastecimento de água do mar, está protegido por filtros no lado de sucção que requerem limpeza regular.

Alguns sistemas sanitários usam água fresca ou água destilada para reduzir a corrosão em tubulações e válvulas de descarga, em particular em sistemas de vácuo, onde o consumo de água é mínimo. O efluente líquido é recirculado no sistema químico de tratamento de esgoto que também opera com um sistema de pressão pneumática.

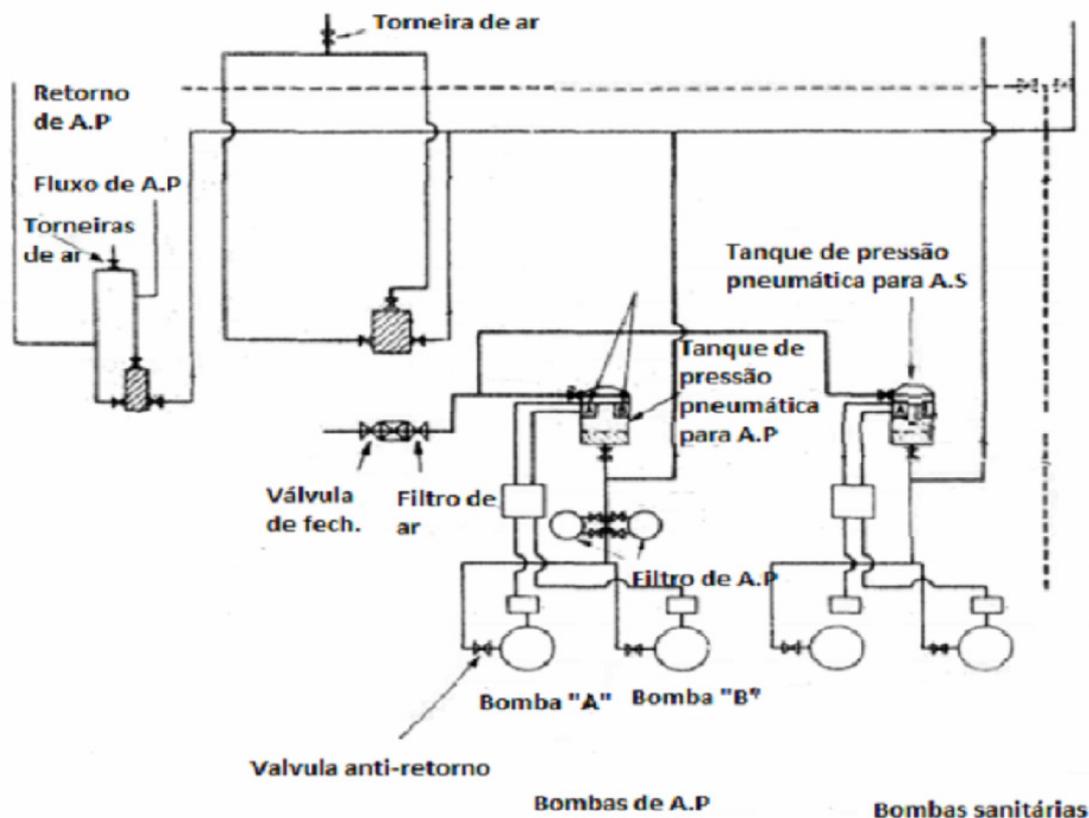


Figura 6: Sistema de água potável doméstica e sanitária  
 Fonte: Mc George, H. D, Marine Auxiliary Machinery, 7. Ed., 1995.

## 4.2 Método De Esterilização Eletro-Katodyn

O processo eletro-Katodyn aceita como uma alternativa à cloração envolve o uso de um ânodo de prata conduzido para injetar íons de prata ( $Ag^+$ ) em água destilada, produto do evaporador de baixa temperatura. A prata é tóxica para vários organismos. Ao contrário do cloro em forma de gás, ele não vai evaporar, mas permanece suspenso na água. O esterilizador é colocado próximo ao equipamento de produção com a unidade de condicionamento instalado após o esterilizador e antes do tanque de armazenamento.

A quantidade de metal lançado na água que passa através da unidade, é controlada pela configuração atual. Se um grande volume tem de ser tratado, apenas uma parte é contornada através de uma definição e uma corrente alta é usada para injetar uma grande quantidade de prata. A água é então adicionada ao resto dentro da tubulação. Com o fluxo de água baixo, toda a água é distribuída através do dispositivo e a configuração atual é uma forma de se obter

uma concentração de 0,1 ppm de prata. O teor de prata de água no sistema doméstico, deve ser no máximo 0,08 ppm.

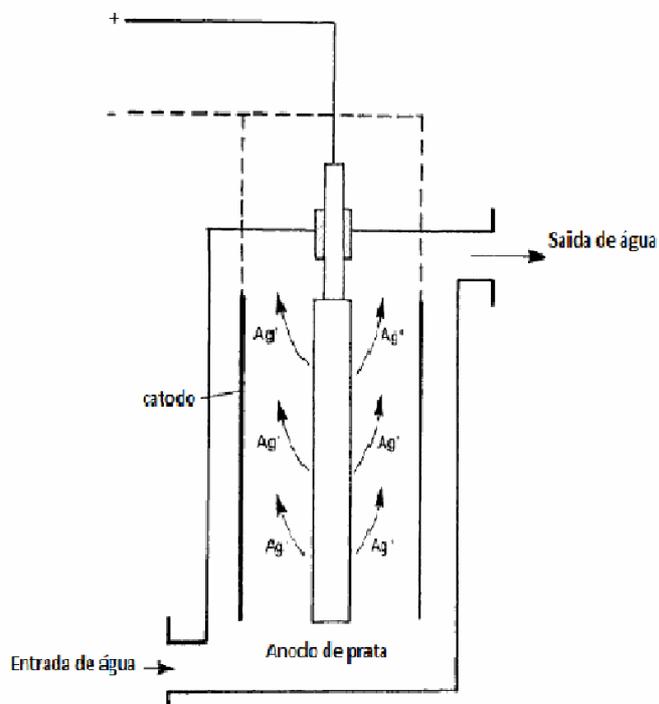


Figura 7: Esterilização Eletro-Katadyn

Fonte: <http://www.brighthub.com/engineering/marine/articles/61718.aspx>

## 5. SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO

O sistema adota o processo de esgoto ativado, que utiliza esgoto biológico. O esgoto ativado é formado de componentes complexos e é constituído de bactérias aeróbicas, as quais consomem sólidos em suspensão, tanto orgânicas como inorgânicas, incluindo protozoários, bacilos e metazoários (HAMILTON BLOIS, 1974).

Estas bactérias aeróbicas têm alta capacidade de absorção e são capazes de destruir organismos pela combustão ativada desses micróbios. Quando mantidas estáticas (só consumindo oxigênio), aumentam de tamanho, o que facilita o seu trabalho. Durante o tempo em que se fornece ar para o esgoto, por injeção de oxigênio, o esgoto e o esgoto ativado, estão em contato um com o outro. Conseqüentemente, o esgoto ativado absorve mais matéria de esgoto, tanto orgânica como inorgânica, devido à sua capacidade de absorção.

A matéria admitida serve como força de nutrição para os micróbios do esgoto. Parte desta matéria é destruída e transformada em elemento inofensivo, como a água, o dióxido de carbono entre outros. A outra parte da matéria forma células do próprio esgoto ativado.

Vários métodos podem ser considerados como processo de esgoto ativado, dependendo da necessidade. Um deles é o método normalmente chamado de “processo de oxidação completa”, que é o processo normalmente utilizado nos navios.

No processo de oxidação completa, o esgoto e o esgoto ativado estão em contato um com o outro por um período muito longo, e assim a matéria de esgoto (que em parte serve de nutrição para o esgoto ativado) admitida é sensivelmente diminuída, o que faz com que as bactérias aeróbicas passem a se alimentar cada vez mais dessa matéria (devido à necessidade de oxigênio), o que início a uma atividade metabólica, usando os citoplasmas das próprias bactérias aeróbicas. Desta forma eles consomem mais dos seus próprios citoplasmas.

## 5.1 Sistema de Esgoto

A quantidade exata de fluxo de água de esgoto e resíduos gerados a bordo do navio é difícil de quantificar. Designers europeus tendem a trabalhar a partir de 70 litros / pessoa / dia de resíduos sanitários (incluindo a água de lavagem) e cerca de 130-150 litros / pessoa / dia de água de lavagem (incluindo banheiros, lavanderias, etc.). As autoridades dos estados unidos sugerem que o fluxo de descargas de banheiro é tão elevado como 114 litros / pessoa / dia com o dobro deste montante de água de lavagem. A repartição de esgoto na água é realizada por bactérias aeróbicas se há uma presença relativamente grande de oxigênio, mas por bactérias anaeróbicas, se o oxigênio não for suficiente. Quando a quantidade de esgoto em relação à água é pequena, o oxigênio, dissolvido na água vai ajudar numa ação bioquímica (aeróbica) que divide o esgoto num componente simples, limpo e dióxido de carbono. Este tipo de ação é produzido na estação de tratamento de esgoto biológico em que o ar (21% de oxigênio) é borbulhado de modo a sustentar a bactéria aeróbica. O estágio final de uma estação de tratamento aeróbico é uma água de aparência limpa e clara (Mc George, 1995).

O despejo de uma grande quantidade de esgoto bruto dentro de águas restritas ou interiores e docas, causa um rápido esgotamento do oxigênio na água, fazendo com que as bactérias aeróbicas morram. Quando a capacidade de autopurificação da quantidade limitada de água está sobrecarregado ocorre uma degradação por putrefação. As bactérias anaeróbicas, que não dependem de oxigênio para sobreviverem, estão associadas a esta ação, que resulta na formação de uma água escura e turva e em gases tóxicos e inflamáveis. O processo é usado deliberadamente em alguns tratamentos de esgoto em terra, trabalhando para produzir gás que é usado como combustível para motores de combustão interna. Os efeitos óbvios da descarga do esgoto nos canais e nas docas levaram a autoridade portuária de Londres e de outros locais a estabelecer regulamentos relativos ao lançamento de efluentes e fornecer instalações em terra para os tripulantes dos navios. Porém os banheiros foram depredados e o regime foi considerado impraticável. A legislação aplicada nacionalmente pelos E.U.A (através da guarda costeira) e pelo governo canadense foi mais efetiva, e

juntamente com a antecipação da ratificação do anexo IV da conferência de 1973 sobre a poluição marinha pela IMCO, foi provavelmente o responsável para o desenvolvimento de tanques de retenção e de estações de tratamento de esgoto a bordo dos navios.

Algumas estações de tratamento são projetadas para reterem seu conteúdo para que seja despejado muito longe da costa e outras para serem recebidas por uma instalação em terra; no entanto outras estações são projetadas para produzir um efluente aceitável pelas autoridades portuárias para descarga costeira. No primeiro tipo, a planta é composta de tanques de retenção que recebem todas as águas provenientes da pia e mictórios, enquanto as águas provenientes do chuveiro, banheiros e lavatórios estão autorizadas a serem jogados no mar.

## **5.2 Padrões de Qualidade de Efluentes**

Para descarga de efluentes em águas territoriais a qualidade do efluente deve estar dentro de certos padrões estabelecidos pelas autoridades locais ou nacionais. Estes padrões geralmente são baseados em um ou mais de três fatores, que são a demanda química de oxigênio (DQO), a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), teor de sólidos suspensos e contagem de coliformes e de descarga.

### **5.2.1 Demanda química de oxigênio**

A demanda química de oxigênio consiste em uma técnica utilizada para a avaliação do potencial de matéria redutora de uma amostra, através de um processo de oxidação química em que se emprega o dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ). Neste processo, o carbono orgânico de um carboidrato, por exemplo, é convertido em gás carbônico e água. A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais. A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO para observar a biodegradabilidade de despejos. Sabe-se que o poder de oxidação do dicromato de potássio é maior do que o que resulta mediante a ação de microrganismos.

Como na DBO mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais facilmente biodegradável será o efluente. A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é uma medida do equivalente de oxigênio da porção de matéria orgânica na amostra que é susceptível à oxidação por um oxidante forte.

Amostras de água naturais ou efluentes líquidos contendo substâncias orgânicas e inorgânicas oxidáveis são oxidadas com solução de dicromato de potássio e ácido Sulfúrico (volume por volume), sob refluxo. O excesso de dicromato de potássio é titulado com solução de sulfato ferroso amoniacal, utilizando ferroína como indicador. A quantidade de matéria orgânica oxidável é proporcional ao dicromato de potássio consumido e é medida como oxigênio equivalente.

#### 5.2.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é determinada pela incubação a 20 ° C, em uma amostra de efluente de esgoto que esteja bem oxigenado. A quantidade de oxigênio absorvido ao longo de um período de cinco dias é então medida. O teste é usado neste contexto para avaliar o desempenho do tratamento, uma vez que mede a quantidade total de oxigênio tomado como desagregação final e completa da matéria orgânica por bactérias aeróbicas no efluente. A quantidade de oxigênio utilizado equivale à quantidade de subdivisão requerida.

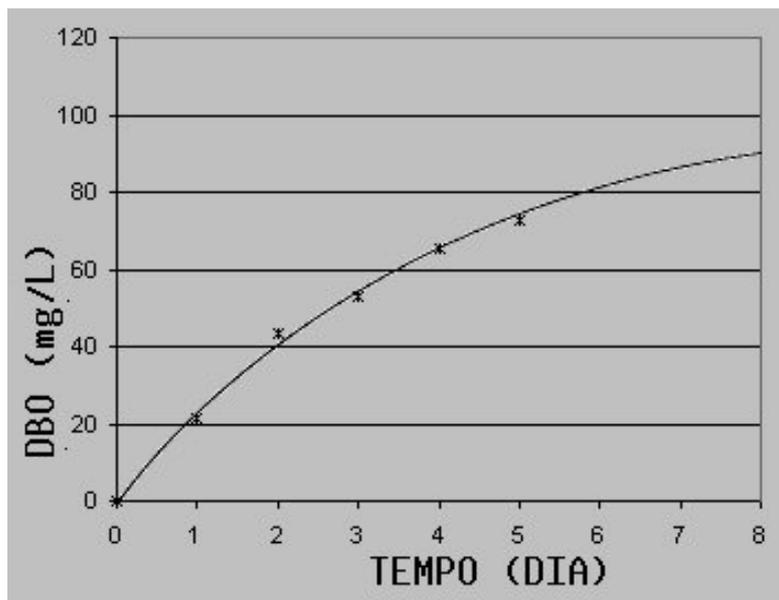


Figura 8: Gráfico da DBO sendo realizado em 8 dias.  
 Fonte: [http://www.c2o.pro.br/analise\\_agua/x857.html](http://www.c2o.pro.br/analise_agua/x857.html)

### 5.2.3 Relações entre DQO e DBO

Não podemos fazer uma relação fixa entre as medidas de DBO e DQO, até que em uma amostra sejam apresentados por ambos os parâmetros.

- Se a amostra é constituída de compostos que são oxidados por ambos os processos (DBO e DQO) a DQO pode substituir a DBO ou a DQO pode ser usada como indicação da diluição necessária para análise da DBO.

- Se a amostra é caracterizada pela predominância de material oxidável quimicamente, porém não bioquimicamente a DQO será maior que a DBO. - Por outro lado, despejos de destilarias e refinarias têm alta DBO e baixa DQO.

A DBO e a DQO medem a oxidação da matéria orgânica sob condições diferentes, fornecendo, frequentemente resultados finais distintos. Os resultados da DBO indicam o consumo de oxigênio por meio de organismos. As interferências são numerosas, a oxidação é incompleta, mas se a matéria orgânica é oxidável num curso de água ou numa estação de tratamento, também pode ser sob condições da DBO (em laboratório).

Os resultados da DQO se referem a substâncias oxidáveis pelo dicromato de potássio em meio ácido em refluxo por duas horas.

A oxidação determinada pela DQO e DBO difere qualitativamente e quantitativamente.

#### 5.2.4 Sólidos Suspensos

Sólidos em suspensão são desagradáveis e durante um período de tempo pode dar origem a problemas de assoreamento. Eles são geralmente um sinal de que a estação de tratamento de esgoto está com mau funcionamento e, quando muito alta será acompanhada por uma alta DBO (Mc George, 1995).

#### 5.2.5 Coliformes

Os coliformes são uma família de bactérias que vivem no intestino humano. Podem ser quantificados facilmente em um teste de laboratório cujo resultado é um indicativo da quantidade presentes no lixo humano, em uma amostra de esgoto particular. O resultado deste teste é chamado de contagem e-coli e é expresso por 100 ml.



Figura 9: Foto da bactéria e-Coli

Fonte: <http://www.universityofcalifornia.edu/everyday/agriculture/ecoli.html>

## 6. TRATAMENTO BIOLÓGICO DE ESGOTO EM NAVIOS MERCANTES

Um número de plantas de tratamento biológico de esgoto está em uso no mar, mas quase todos os trabalhos em que é utilizado, são conhecidas como o processo de aeração prolongada. Basicamente, este processo consiste em borbulhar oxigênio ou agitar a superfície do líquido (Mc George, 1995).

Ao iniciar o processo, uma família de bactérias se prolifera e digere o esgoto para produzir um tipo de lama inócua. Para sobreviverem, as bactérias precisam de um suprimento contínuo de oxigênio e dos resíduos de esgoto. Se a planta é desligada ou ignorada, ou se a alimentação de ar falhar, as bactérias morrem e as plantas podem não funcionar corretamente até que uma nova colônia de bactérias seja criada. Quando se muda a água de limpeza – assim como quando o navio sai da água do mar (salgada) para a água do rio (doce) – Variações drásticas de temperatura ou uso excessivo de produtos de limpeza podem afetar a colônia de bactérias. O processo de regeneração das bactérias pode demorar vários dias, dependendo do nível de dano causado. Bactérias que prosperam na presença de oxigênio são chamadas de aeróbicas. Quando o oxigênio não está presente, as bactérias aeróbicas morrem, porém uma família diferente de bactérias é gerada para suprir a falta dessas bactérias. As bactérias que não precisam de oxigênio para sobreviver são chamadas de anaeróbicas. Essas bactérias são igualmente capazes de quebrar a lama, e durante o processo de quebra, geram gases como o sulfeto de hidrogênio e metano. O uso contínuo de um sistema biológico de esgoto após a falha do suprimento de ar pode resultar na propagação de bactérias anaeróbicas e em seus produtos. Os gases produzidos pela atividade anaeróbica são perigosos, sendo inflamáveis e tóxicos.

Plantas de arejamento estendido utilizados no mar são plantas compactas, e consistem basicamente de três tanques interligados. O efluente pode ser triturado (ou seja, passaram por um dispositivo que consiste de uma lâmina rotativa do tambor, que atua como um filtro e um triturador), ou simplesmente passaram por uma grade, por onde passa para a primeira câmara.

O ar é fornecido para esta câmara através de um difusor, que quebra o ar em pequenas bolhas. O ar é forçado através do difusor por um compressor.

Depois de um tempo um lodo biológico é formado e este se dispersa por todo o tanque, pela agitação causada pelas bolhas de ar que sobem.

O líquido do tanque de aeração passa para um decantador, onde, sob condições de repouso, o lodo ativado, como é conhecido, decanta e se torna um efluente claro. O lodo ativado não é autorizado a permanecer no tanque de decantação, desde que não haja oxigênio fornecido para esta região e em pouco tempo o lodo coletado poderia se tornar anaeróbico o que viria mais tarde a desprender odores desagradáveis. O lodo é, portanto, continuamente reciclado para o tanque de aeração, onde se mistura com os resíduos recebidos para auxiliar no processo de tratamento. Durante um período de tempo, a quantidade de lama dentro de um tanque de aeração aumenta devido à grande quantidade de resíduos inertes resultantes de processo de digestão, esta acumulação de lodo é medida em ppm ou mg/litro.

A taxa de aumento é função do tamanho do tanque. A maioria das instalações de tratamento de resíduos biológicos são projetadas para serem limpas em intervalos de cerca de três meses. A operação de limpeza implica em bombear cerca de três quartos do conteúdo do tanque de aeração e preencher o mesmo com água limpa (Mc George, 1995).

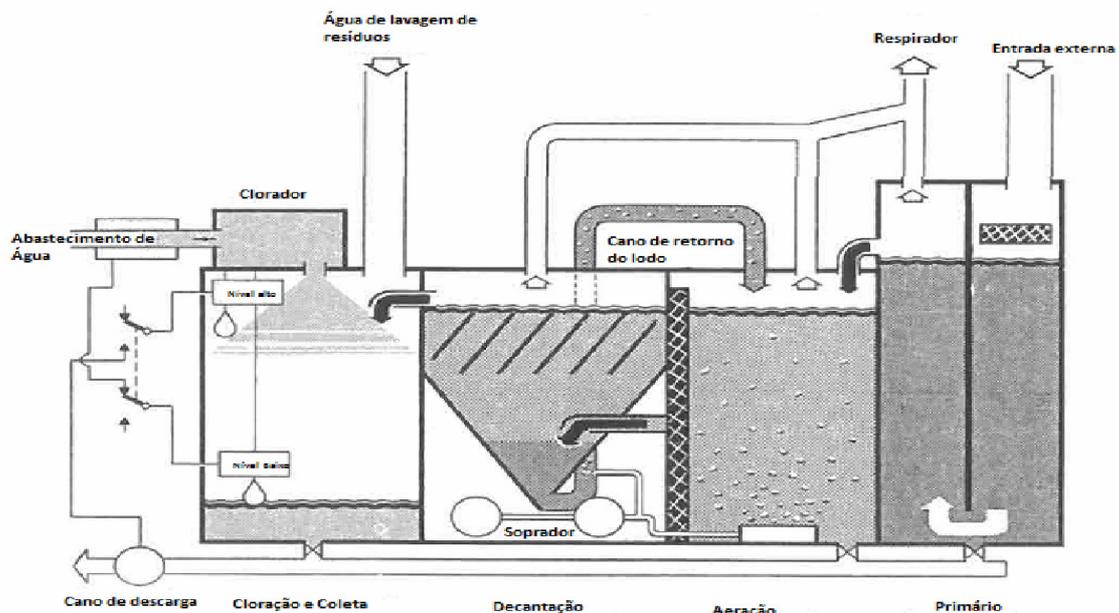


Figura 10: Planta de tratamento de esgoto biológico  
 Fonte: Mc George, H. D, Marine Auxiliary Machinery, 7. ed., 1995.

Os efluentes claros que são descarregados de um tanque de decantação devem ser desinfetados para reduzir o número de coliformes a um nível aceitável.

A desinfecção é obtida tratando-se os efluentes, com uma solução de hipoclorito de sódio ou cálcio, e geralmente é realizada em um tanque ou compartimento no final da unidade de tratamento de esgoto. O clorador usa pastilhas de hipoclorito de cálcio retido em tubos de plástico perfurados em torno do qual o efluente tratado passa e dissolvendo parte das pastilhas. O efluente tratado é então mantido no tanque de coleta por 60 minutos, para permitir que o processo de desinfecção possa ser concluído. Em algumas plantas, a desinfecção é realizada pela radiação ultravioleta.



Figura 11: Planta para Tratamento de esgoto em navios mercantes.  
Fonte: Foto batida de dentro de um navio mercante atracado.

## 7. EQUIPAMENTOS SANITÁRIOS MARÍTIMOS

Equipamentos sanitários marítimos são projetados para prevenir a descarga de esgoto não tratado. Nos Estados Unidos, a Agência Americana de Poluição Ambiental (EPA) é responsável por definir os padrões de funcionamento e desempenho para estes equipamentos, e a Guarda Costeira é responsável pela regulamentação e certificação deles em conformidade com as regras estabelecidas pela EPA. Os equipamentos sanitários são projetados tanto para reter o esgoto para futuro descarte em instalações portuárias, quanto para tratamento antes de lançá-lo ao mar.

Embora não seja signatário do anexo de prevenção de poluição do mar por esgoto proveniente de navios, os Estados Unidos possuem uma das regras mais restritivas no que tange aos equipamentos sanitários marítimos, o que tem servido de padrão para a maior parte da frota mercante mundial. De acordo com as regras da Guarda Costeira Americana CFR 33 (Código de Regras Federais), são três os tipos de equipamentos sanitários marítimos: para grandes navios, incluindo navios de passageiro, que utilizam tanto o tipo II ou o tipo III.

No tipo II, o resíduo é tratado quimicamente ou biologicamente antes de ser lançado e deve estar de acordo com os limites de até 200 coliformes fecais por 100 milímetros e não mais que 150 miligramas por litro de sólido suspenso. O tipo III armazena os resíduos, mas não os trata; o resíduo é bombeado para estações no porto para tratamento.

O tipo I é geralmente encontrado apenas em embarcações de recreação ou outras embarcações de comprimento inferior a 20 metros. As regras não exigem o recolhimento de amostras e nenhum tipo de monitoramento ou relatório dos efluentes lançados. Um exemplo muito importante é o Navio Konmandor Subsea 2000, que possui um modelo de tratamento de esgoto em conformidade com as exigências internacionais.

A embarcação dispõe de um sistema de tratamento de esgoto que foi testado e aprovado de acordo com a MARPOL 73/78, pela “Administração da Marinha Mercante Italiana”, e em conformidade com o Código de Regras Federais 33 da Guarda Costeira Americana “US Coast Guard” para o equipamento tipo II.

Este equipamento está sendo utilizado de acordo com as regras definidas pela MARPOL e está certificado pela sociedade classificadora “Llody’s Register”. O Navio não possui o Certificado Internacional de Prevenção da Poluição do Mar por águas servidas proveniente de navios. A certificação de poluição por esgoto será implementada dentro do prazo estabelecido pela IMO de acordo com as Regras 5 e 6 do referido anexo.

O tratamento de efluentes da embarcação consiste em dois sistemas independentes: um sistema EVAC para água residual (opera através de uma estação de vácuo para os sanitários de bordo – sistema que reduz em mais de 50% a quantidade de esgoto produzida, pois reduz de maneira significativa o volume de água utilizado na descarga) e outro sistema BIOEPURO para estação de tratamento de efluentes (ETE).

A estação de tratamento de esgoto BIOEPURO tem como finalidade a biodegradação das substâncias orgânicas e da amônia. Os efluentes oriundos dos sanitários, juntamente com as águas residuais passam por duas séries de câmaras de aeração. O processo de aeração dura aproximadamente 12 horas.

O efluente passa então para a câmara de sedimentação, para receber um tratamento final com hipoclorito de sódio, antes da descarga para o mar. Normalmente, 50 cm<sup>3</sup> de hipoclorito de sódio são adicionados para cada metro cúbico de efluente tratado.

Após a precipitação na câmara de sedimentação, as partículas sólidas saturadas retornam à câmara de aeração, iniciando outro ciclo de tratamento. O material remanescente é progressivamente reduzido até ser removido do sistema, por bombeio a cada 4 – 5 meses para uma instalação portuária. A quantidade de resíduo remanescente é pequena e corresponde a cerca de 10 a 15% dos efluentes sólidos recebidos. Esta unidade de tratamento de efluentes atua dentro dos seguintes parâmetros, para o atendimento de 60 pessoas:

- Vazão 12,5 m<sup>3</sup>/dia
- Max. DBO<sub>5</sub>: 7 kg/dia
- Concentração de sólidos totais < 50mg/L

Após o processo, a água residual é descartada no mar, obedecendo aos requisitos da Convenção MARPOL – Anexo IV.

Navios geram diversos tipos de resíduos em função de sua rotina operacional, mas que podem resultar em descargas danosas para o meio ambiente marinho. Embora o anexo em referência tenha sido delineado para definir regras sobre descargas de esgoto proveniente de navio, regras tais como equipamentos adequados e certificação, entre outras, conforme descrito anteriormente, ele não define padrões de operação destes sistemas. Assim, abre-se uma lacuna perigosa quando não se definem os diversos parâmetros ambientais para esse tipo de lançamento nos corpos d'água.

Esgotos, se não adequadamente tratados e lançados ao mar, podem ser uma fonte significativa de organismos patogênicos, nutrientes, e substâncias tóxicas com um grande potencial de ameaça à saúde humana e danos à vida aquática (COPELAND, 2005). Portanto, torna-se importante manter esse tipo de descarga sob determinada perspectiva para que o controle destes lançamentos possa prevenir consequências poluidoras desastrosas.

Nutrientes presentes no esgoto, como nitrogênio e fósforo, promovem um crescimento excessivo de algas, que consomem o oxigênio da água e pode levar à morte e destruição da vida aquática (COPELAND, 2005). O fenômeno conhecido como eutrofização artificial é um processo que se difundiu pelo mundo inteiro. Os efeitos da eutrofização artificial manifestam-se com a quebra do equilíbrio ecológico devido ao aumento de produção de matéria orgânica em detrimento da capacidade de decomposição, condenando o sistema aquático ao colapso total.

O correto tratamento destes resíduos a bordo deve levar em conta o conceito do que são as águas residuais geradas. O conceito de esgoto ou água servida para a MARPOL é dinamizado por Copeland (2005), que o subdivide em dois tipos conforme sua origem: esgoto propriamente dito, que é a água residual dos sanitários e instalações médicas, chamada também de água escura, que podem conter bactérias nocivas, patogênicas, doenças, viroses, parasitas intestinais, e nutrientes nocivos. A descarga de esgoto sem tratamento ou tratada inadequadamente pode causar contaminação bacteriana ou virótica da fauna marinha como peixes e moluscos, gerando riscos à saúde pública. A água cinza ou a água residual propriamente dita é a água residual das pias, chuveiros, cozinhas, lavanderia, e atividades de limpeza a bordo do navio. Pode conter uma

variedade de substâncias poluentes, incluindo coliformes fecais, detergentes, óleo e graxa, metais, matéria orgânica, hidrocarbonetos, nutrientes, resto de comida e médico. (COPELAND, 2005, p. 04).

Não só as autoridades, mas a sociedade civil organizada tem voltado suas atenções para os impactos ambientais negativos que esta rotina de bordo tem gerado para os mares, principalmente quando se trata de áreas sensíveis, portanto suscetíveis a esse tipo de poluição. É neste sentido, que o público em geral, principalmente de grandes balneários, tem apresentado grande preocupação para a situação dos navios de passageiros.

### **7.1 Casos especiais: navios de passageiros**

Navios de passageiros transportam milhares de pessoas e podem ser comparados a verdadeiras 'cidades flutuantes', e produzem resíduos em grande escala. Essa comparação faz muito sentido, principalmente se levada em conta a quantidade de resíduos gerados e a logística necessária para manuseá-lo e descartá-lo, que por vezes pode ser maior do que pequenas cidades.

Um navio de cruzeiro com 3000 passageiros e tripulantes geram uma quantidade estimada entre 50.000 a 110.000 litros de esgoto sanitário ou água escura por dia (The Ocean Conservancy, 2002).

A grande preocupação com relação aos navios de cruzeiro reside no fato de que eles tendem a concentrar suas atividades em áreas específicas de litorais, frequentando estes locais repetitivamente, fazendo com que seus impactos nestes pontos se tornem cumulativos, portanto mais significativos (COPELAND, 2005).

Segundo o Bureau of Transportation Statistics dos Estados Unidos, durante uma viagem de uma semana nos trópicos, um grande navio de cruzeiro com cerca de 3.000 pessoas pode gerar uma quantidade estimada de 756000 litros de esgoto sanitário e 3.600.000 litros de água cinza.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que tange a pesquisa sobre os efeitos da poluição por esgotos dos navios, não resta dúvida de que o homem contribuiu para esse quadro alarmante de poluição do meio ambiente marinho, contudo, somos dependentes do habitat marinho para tirarmos riquezas para nossa economia. Ao continuar poluindo o meio aquático, reduzimos as espécies que nele habitam, como, peixes, crustáceos, algas, arrecifes e outros tipos de vida no mar, que necessitam de condições específicas para a sua sobrevivência.

Conhecer o que destrói, contamina e mata a vida marinha, que nos fornece alimento, renda, diversão entre outros é dever de todos os habitantes do planeta. A pesquisa de meios e o estudo aprofundado para combater esse e outros tipos de poluição que prejudicam o homem e a natureza são de fundamental importância para a sociedade.

O homem pode sim se desenvolver, tecnologicamente e industrialmente, sem afetar de maneira destrutiva a flora e fauna marinha. Através de projetos de desenvolvimento sustentável, implementados por empresas e por organizações não governamentais. Promovendo de certa forma um progresso no combate à poluição e garantindo assim uma condição de prosperidade, renovação da vida, para que no futuro as gerações seguintes possam dar prosseguimento com a preservação da natureza.

Essa pesquisa teve como objetivo mostrar ao leitor as consequências negativas de não se ter uma rigorosa consciência dos danos ao ambiente marinho caso o homem não julgue necessário ter uma política de combate à poluição; quais equipamentos devem ser usados, que tipos de tratamento são indicados para cada caso, quem faz e quais são as regras que regem o combate da poluição aquática de todos os tipos, a importância de se ter um ambiente limpo, onde a vida marinha possa se desenvolver e prosperar gerando renda para as pessoas que retiram da água seu sustento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anexos da MARPOL 73/78.

BLOIS, Hamilton. **Prevenção da poluição Marinha**. Rio de Janeiro: Expressão e cultura, 1987.

BLOIS, Hamilton; LEITÃO, Walter, Ecologia: **Prevenção da Poluição Marinha**

Mc George, H. D, **Marine Auxiliary Machinery**, 7 ed, 1995.

**Poluição da água**. Disponível em:

<<http://www.suapesquisa.com/poluicaodaagua/>>

**Poluição do mar**. Disponível em:

<[http://www.achetudoeregiao.com.br/lixo\\_recicle/poluicao\\_do\\_mar.htm](http://www.achetudoeregiao.com.br/lixo_recicle/poluicao_do_mar.htm)>

**Poluição dos mares, Redação Ambiente Brasil**, Agenda 21. Disponível em:

<[http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos\\_agua\\_salgada/poluicao\\_nos\\_mares.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_agua_salgada/poluicao_nos_mares.html)>

**Demanda Química de Oxigênio- DQO**. Disponível em:

<[http://www.mundodoquimico.hpg.ig.com.br/determinacao\\_da\\_dqo.htm](http://www.mundodoquimico.hpg.ig.com.br/determinacao_da_dqo.htm)>

**Equipamentos Sanitários Marítimos**. Disponível em:

<[http://www.meiofiltrante.com.br/materias\\_ver.asp?action=detalhe&id=380&revista=n32.pdf](http://www.meiofiltrante.com.br/materias_ver.asp?action=detalhe&id=380&revista=n32.pdf)>