

**MARINHA DO BRASIL**  
**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA**  
**CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE MÁQUINAS**  
**2015**

**Tratamento de águas cinzas geradas em embarcações offshore**

**Arnaud dos Anjos Brandão Neto**

Rio de Janeiro – RJ  
2015

Arnaud dos Anjos Brandão Neto

## **Tratamento das águas cinzas geradas em embarcações offshore.**

**Monografia apresentada ao Curso de Aperfeiçoamento de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, como parte dos requisitos para obtenção de Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.**

**Orientador: MSc. Eng. Paulo Roberto Batista Pinto**

Rio de Janeiro – RJ  
2015

**Monografia apresentada ao Curso de Aperfeiçoamento de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, como parte dos requisitos para obtenção de Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.**

Data da Aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Orientador: MSc. Eng. Paulo Roberto Batista Pinto**

---

Assinatura do Orientador

Nota Final: \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Professor Msc.. Paulo Roberto Batista Pinto, orientador deste trabalho, por todo o tempo e atenção dedicados.

Agradeço a minha esposa Cristina, e as minhas filhas Jéssica, Vanessa e Beatriz, pela paciência e compreensão durante toda a Graduação.

Agradeço aos meus pais Arnaldo e Maria José pelo apoio, dedicação e pela oportunidade de formação.

Agradeço aos meus amigos de turma, por todo apoio e companheirismo durante a Graduação.

## Lista de Abreviaturas

| Abreviatura | Significado   |
|-------------|---|
| AJB         | Águas sob a Jurisdição Brasileira   |
| ABNT        | Associação Brasileira de Normas Técnicas  |
| FIESP       | Federação das Industrias do Estado de São Paulo   |
| CGPEG       | Coordenação Geral de Petróleo e Gás   |
| CONAMA      | Conselho Nacional do Meio Ambiente  |
| IBAMA       | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis                                    |
| IMO         | International Maritime Organization   |
| MEPC        | Comitê de Proteção do Meio Ambiente Marinho   |
| OMS         | Organização Mundial de Saúde  |
| MARPOL      | Convenção Internacional para a Prevenção de Poluição por Navios, 1973, como alterada pelo Protocolo de 1978 |
| DPC         | Diretoria de Portos e Costas  |
| NT          | Norma Técnica   |
| PCP         | Projeto de Controle e Poluição  |
| DQO         | Demanda Química de Oxigênio   |
| DBO         | Demanda Bioquímica de Oxigênio  |
| TOG         | Teor de Óleo e Graxa  |

## LISTA DE QUADROS

|  |    |
|--|----|
| Quadro 1: características de águas cinzas de diversas fontes _____ | 12 |
| Quadro 2: sólidos suspensos e compostos de nitrogênio _____        | 13 |
| Quadro 3: compostos de enxofre, de fósforo, DBO e DQO2.1 _____     | 13 |
| Quadro 4: parâmetros microbiológicos _____                         | 14 |
| Quadro 5: faixas prováveis de remoção de poluentes _____           | 27 |

## Glossário

| Termo                         | Conceito  |
|-------------------------------|---|
| Águas cinzas                  | Águas oriundas de pias, chuveiros, máquinas de lavar pratos. Lavanderias, também chamadas de águas servidas   |
| Águas negras                  | Águas oriundas dos sistemas sanitários, incluindo vasos e mictórios   |
| Demanda biológica de oxigênio | Uma medida de “força” poluidora do efluente ou esgoto considerado que pode ser dada pela demanda biológica de oxigênio (DBO) que se define como a quantidade de oxigênio dissolvido, consumindo na incubação de um dado efluente por determinado tempo, a 20° C. Se o período for de cinco dias, chama-se de DBO5.  |
| Demanda química de oxigênio   | Demanda química de oxigênio (DQO) é a indicação do oxigênio necessário para oxidar a carga orgânica de um efluente, e define-se como sendo igual ao número de miligramas de oxigênio que um litro de amostra do efluente absorverá de uma solução ácida e quente de dicromato de potássio. Como várias substâncias são oxidadas nestas condições, a DQO é normalmente maior que a DBO. Sua principal vantagem sobre a DBO, é que é mais fácil e rápida para determinar. |
| Descarte                      | A descarga, lançamento, vazamento ou despejo de rejeitos para o mar, provenientes de unidade marítima ou embarcação.  |
| Port State Control            | Todos os navios de bandeira estrangeira que demandem portos nacionais, estarão sujeitos ao Controle de Navios pelo Estado do Porto, conhecido internacionalmente por “Port State Control” (PSC). Comitê de Proteção do Meio Ambiente Marinho  |

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>  | 09 |
| <b>2 MÉTODO DE PESQUISA</b>                                  | 10 |
| <b>3 ASPECTOS DAS ÁGUAS CINZAS</b>                           | 11 |
| <b>3.1 Aspectos qualitativos das águas cinzas</b>            | 11 |
| 3.1.1 Características físico-químicas                        | 14 |
| 3.1.2 Características microbiológicas                        | 16 |
| <b>3.2 Aspectos quantitativos das águas cinzas</b>           | 16 |
| <b>4ANÁLISE LEGAL PARA DESCARTE DE ÁGUAS SERVIDAS NO MAR</b> | 17 |
| 4.1 Anexo IV da Convenção MARPOL 73/78                       | 17 |
| 4.2Anexo 26, Resolução MEPC 159(55)                          | 17 |
| 4.3 Lei N° 9.966 de 28 de Abril de 2000                      | 17 |
| 4.4Resolução N° 357 do CONAMA, de 17 de março de 2005        | 19 |
| 4.5Resolução N° 430 do CONAMA, de 13de maio de 2011          | 19 |
| 4.6 Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA N° 03/08                  | 19 |
| 4.7 Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA N° 01/11                  | 20 |
| 4.8 Decreto 4.136 de 20 de fevereiro de 2002                 | 22 |
| 4.9 Constituição Federal                                     | 22 |
| 4.10 Análise da Legislação                                   | 24 |
| <b>5 TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS</b>                          | 27 |
| 5.1 Tanque Séptico   | 28 |
| 5.2Filtro Anaeróbico   | 29 |
| 5.3Filtro de Areia   | 30 |

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| 5.4Desinfecção                | 30        |
| <b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> | <b>31</b> |
| REFERÊNCIAS                   | 32        |

## 1 INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, com o desenvolvimento da exploração e produção do petróleo e gás na área *offshore*, ocorreu à evolução das legislações ambientais. Elas tem como objetivo, garantir a qualidade dos corpos d'água, evitando os impactos ambientais gerados pelas atividades humanas.

Sendo as águas cinzas geradas nas embarcações e plataformas incluídas como uma das preocupações ambientais existentes na exploração e produção de petróleo e gás em alto mar, observou-se a necessidade de um estudo focado no tratamento desses resíduos líquidos. Em uma embarcação as águas cinzas são geradas na higiene pessoal, lavagem das roupas, águas da cozinha, lavagem de louça e limpezas na rotina diária das embarcações. Tais resíduos não geram tanto risco ao meio marinho como as águas residuais.

Anteriormente, para navios e embarcações offshore, essa obrigação era apenas para águas negras (efluentes de vasos sanitários e mictórios), conforme regulada pelo Anexo IV da Marpol 73/78. Na NT 01/11 do IBAMA, existe uma contradição à regulação internacional, não existe diferença entre águas negras e cinzas, considerando ambos efluentes como esgoto sanitário, o que obriga um tratamento anterior ao descarte. Devido a esta condição, as embarcações que antes seguiam a Marpol 73/78, no que se refere ao tratamento apenas das águas negras, precisam se adequar e tratar também as águas cinzas antes do descarte. Em geral, as embarcações e plataformas, não são equipadas com tanques para armazenagem ou tratamento de águas cinzas. Normalmente, são misturadas com as águas residuais, ou lançadas diretamente ao mar. Devido a essa realidade, faz-se necessário um estudo adequado para posterior proposta de tratamento adequado para os resíduos de águas cinzas, atendendo aos padrões de lançamento conforme as legislações ambientais.

## 2 MÉTODO DE PESQUISA

A questão de pesquisa deste trabalho é: relacionar os valores teóricos dos parâmetros gerados nas águas cinzas, a implantação de equipamentos necessários para o tratamento e adequação as Normas e Legislações para lançamento em AJB. Os meios utilizados foram pesquisas bibliográficas técnicas e científicas, para um maior entendimento sobre o assunto e conhecer as técnicas e materiais mais utilizados no tratamento de águas cinzas.

A questão da pesquisa deste trabalho é: relacionar os parâmetros de águas cinzas teóricos gerados em residências estimados em pesquisas bibliográficas, como referência para parâmetros gerados nas águas cinzas de embarcações offshore, e propor um tratamento, a fim de adequar os mesmos, aos processos e valores exigidos a NT 01/11 do IBAMA, e ao CONAMA 430, para descarte no mar.

O objetivo principal deste trabalho é a apresentação de uma proposta para o tratamento das águas cinzas geradas em embarcações offshore, a fim atender a NT 01/11 do IBAMA.

Também queremos:

- a) Explicar a proposta para o tratamento das águas cinza.
- b) Descrever os padrões exigidos pelos órgãos ambientais brasileiros e Normas Internacionais, de acordo com a atividade das embarcações, para o lançamento de águas cinza no mar.
- c) Identificar quais os equipamentos ou produtos necessários para o tratamento das águas cinza, minimizando os impactos ambientais, hoje gerados, devido ao lançamento direto dos resíduos no mar.

Este trabalho de monografia visa analisar as legislações verificadas na International Maritime Organization (IMO), juntamente com as legislações e normas técnicas brasileiras, e propor um tratamento adequado para as águas cinza geradas nas embarcações offshore que operam na área marítima de jurisdição brasileira. Em relação aos aspectos bibliográficos, trata-se de uma pesquisa que discute os padrões de controle para os padrões de efluentes líquidos, a partir da Marpol 73/78, limitando-se a:

- a) O lançamento das águas cinzas em AJB, após tratamento.
- b) O caráter teórico do trabalho desenvolvido que tem, como estimativas, estudos semelhantes já elaborados e em normas técnicas.

### 3. ASPECTOS DAS ÁGUAS CINZAS

#### 3.1 Aspectos qualitativos das águas cinzas

Um dos aspectos com grau de importância para que o sistema de tratamento e posterior reutilização ou descarte, dentro dos parâmetros permitidos, é a avaliação da qualidade da água cinza. Verificando este prisma, (ERIKSSON<sup>4</sup> et al., 2002 apud ALVES et al., 2009, p.275; NEW SOUTH WALES<sup>5</sup>, 2000 apud ALVES et al., 2009, p.274):

A composição das águas cinzas dependerá das fontes escolhidas, da proporção de mistura entre as fontes utilizadas e da forma com que a água é utilizada em cada local. Tem influência direta de características regionais e preceitos culturais dos usuários como: a localidade e ocupação da residência, a faixa etária dos usuários, o estilo de vida, a classe social, o uso de produtos de limpeza, medicamentos e cosméticos, o horário de uso da água, etc.

O quadro 1, demonstra as características físicas, químicas e orgânicas de alguns pontos em residências.

---

<sup>4</sup>ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; HENZE, M.; LEDIN, A. Characteristics of grey wastewater. **Urban Water**, v. 4, n. 1, p.85-104, 2002. <sup>5</sup>NEW SOUTH WALES. New South Wales Department of Health. **Greywater reuse in sewerred single domestic premises**. Sidney, Australia, 2000.

| <b>Tipos de água Cinza</b>      |         |                          |                   |                |                              |                          |                           |                           |  |           |          |
|---------------------------------|---------|--------------------------|-------------------|----------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--|-----------|----------|
| <b>Parâmetros</b>               |         | Siegrist et al. (1976) * |                   |                | Christova-Boal et al. (1998) |                          |                           | Almeida et al. (1999)     |  |           |          |
|                                 |         | Chuveiro/<br>Banheira    | Pia de<br>Cozinha | Lava<br>Louças | Lava Roupas                  | Emague de<br>roupa       | Banheiro                  | Lavanderia                | Banheira                                     | Lavatório | Chuveiro |
| <b>Físicos</b>                  |         |                          |                   |                |                              |                          |                           |                           |  |           |          |
| mg/l exceto onde indicado       |         |                          |                   |                |                              |                          |                           |                           |  |           |          |
| Temperatura (°C)                | 29      | 27                       | 38                | 32             | 28                           |                          |                           |                           |  |           |          |
| Turbidez (NTU)                  |         |                          |                   |                |                              | 60 - 240                 | 50 - 210                  |                           |  |           |          |
| ST                              | 250     | 2410                     | 1500              | 1340           | 410                          |                          |                           |                           |  |           |          |
| SST                             | 120     | 720                      | 440               | 280            | 120                          | 54                       | 181                       | 200                       | 200  | 235       |          |
| <b>Químicos</b>                 |         |                          |                   |                |                              |                          |                           |                           |  |           |          |
| mg/l exceto onde indicado       |         |                          |                   |                |                              |                          |                           |                           |  |           |          |
| pH                              |         |                          |                   |                |                              | 6,4 - 8,1                | 9,3 - 10                  |                           |  |           |          |
| Condutividade (µS/cm)           |         |                          |                   |                |                              | 82 - 250                 | 190 - 1400                |                           |  |           |          |
| Alcalinidade                    |         |                          |                   |                |                              | 24 - 43                  | 83 - 200                  |                           |  |           |          |
| DBO5                            | 170     | 1460                     | 1040              | 380            | 150                          | 76 - 200                 | 48 - 290                  |                           |  |           |          |
| DOO                             |         |                          |                   |                |                              | 210                      | 298                       | 501                       | 644  |           |          |
| Oleos e Graxas                  |         |                          |                   |                |                              | 37 - 78                  | 8,0 - 35                  |                           |  |           |          |
| Cloreto                         |         |                          |                   |                |                              | 9,0 - 18                 | 9,0 - 88                  |                           |  |           |          |
| <b>Nutrientes</b>               |         |                          |                   |                |                              |                          |                           |                           |  |           |          |
| mg/l exceto onde indicado       |         |                          |                   |                |                              |                          |                           |                           |  |           |          |
| N-total                         | 17      | 74                       | 40                | 21             | 6                            |                          |                           |                           |  |           |          |
| NTK                             |         |                          |                   |                |                              | 4,6 - 20                 | 1,0 - 40                  |                           |  |           |          |
| NH4-N                           | 2       | 6                        | 4,5               | 0,7            | 0,4                          | <0,1 - 15                | <0,1 - 1,9                | 1,1                       | 0,3  | 1,2       | 0,3      |
| NO3-N                           | 0,4     | 0,3                      | 0,3               | 0,6            | 0,4                          |                          |                           | 4,2                       | 6  | 6,3       | 5,8      |
| NO3 & NO2                       |         |                          |                   |                |                              | <0                       | 0,10 - 0,31               |                           |  |           |          |
| P-total                         | 2       | 74                       | 68                | 57             | 21                           | 0,11 - 1,8               | 0,062 - 42                |                           |  |           |          |
| PO4-P                           | 1       | 31                       | 32                | 15             | 4                            |                          |                           | 5,3                       | 13,3   | 19,2      | 26       |
| <b>Microbiológicos</b>          |         |                          |                   |                |                              |                          |                           |                           |  |           |          |
| por 100 ml exceto onde indicado |         |                          |                   |                |                              |                          |                           |                           |  |           |          |
| Coliformes Totais               | 70-8200 |                          |                   |                |                              | 85 - 8,9x10 <sup>3</sup> | 190 - 1,5x10 <sup>3</sup> | 500-2,4 x 10 <sup>3</sup> | 2,3 x 10 <sup>3</sup> -3,3 x 10 <sup>3</sup> |           |          |
| Coliformes Fecais               | 1-2500  |                          |                   |                |                              | 9 - 1,6x10 <sup>4</sup>  | 35 - 7,1x10 <sup>3</sup>  | 170-3,3 x 10 <sup>3</sup> | 110 - 1,09x10 <sup>3</sup>                   |           |          |
| Criptosporidium                 |         |                          |                   |                |                              | nd                       | nd                        | nd                        | nd   |           |          |
| Salmonela                       |         |                          |                   |                |                              | nd                       | nd                        | nd                        | nd   |           |          |

Quadro 1: características de águas cinzas de diversas fontes (ERIKSSON<sup>6</sup> et al., 2002 apud BAZZARELLA, 2005, p.40).

<sup>6</sup>ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; HENZE, M.; LEDIN, A. Characteristics of grey wastewater. **Urban Water**, v. 4, n. 1, p.85-104, 2002.

Foram utilizados as pesquisas de Bazzarella (2005), para compor um quadro com as características das águas cinzas, necessárias para o estudo neste trabalho. No quadro 2, encontra-se apresentados valores médios de sólidos suspensos e compostos nitrogenados, obtidos por Bazzarella, para cada aparelho.

| <b>Local</b>            | <b>SST<br/>(mg/L)</b> | <b>Nitrogênio<br/>Amoniacal<br/>(mg/L)</b> | <b>Nitrito<br/>(mg/L)</b> | <b>Nitrato<br/>(mg/L)</b> | <b>NTK<br/>(mg/L)</b> |
|-------------------------|-----------------------|--|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Lavatório               | 146                   | 0,5  | 0,03                      | 0,57                      | 5,6                   |
| Chuveiro                | 103                   | 0,8  | 0,03                      | 0,46                      | 3,4                   |
| Máquina de lavar roupas | 53                    | 1,5  | 1,5                       | 0,46                      | 3,6                   |

Quadro 2: sólidos suspensos e compostos de nitrogênio (adaptado de BAZZARELLA, 2005, p.102 - 104).

Valores médios de fósforo total, de compostos de enxofre, DBO e DQO, são expostos no quadro 3.

| <b>Local</b>            | <b>Fósforo Total<br/>(mg/L)</b> | <b>DBO<br/>(mg/L)</b> | <b>DQO<br/>(mg/L)</b> | <b>Sulfeto<br/>(mg/L)</b> | <b>Sulfato<br/>(mg/L)</b> |
|-------------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
| Lavatório               | 0,6                             | 265                   | 653                   | 0,11                      | 112,4                     |
| Chuveiro                | 0,2                             | 165                   | 582                   | 0,09                      | 162,1                     |
| Máquina de lavar roupas | 14,4                            | 184                   | 521                   | 0,11                      | 355,4                     |

Quadro 3: compostos de enxofre, de fósforo, DBO e DQO (adaptado de BAZZARELLA, 2005, p.106 - 110).

Os valores coliformes fecais e E. Coli presentes nas águas cinzas, estão representados no quadro 4.

| <b>Local</b>            | <b>CT<br/>(NMP/100 mL)</b> | <b>E. Coli<br/>(NMP/100mL)</b> |
|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Lavatório               | 1,35E+02                   | 1,01E+01                       |
| Chuveiro                | 3,95E+04                   | 2,63E+04                       |
| Máquina de lavar roupas | 5,37E+00                   | 2,7E+01                        |

Quadro 4: parâmetros microbiológicos (adaptado de BAZZARELLA, 2005, p.115).

### 3.1.1 Características físico-químicas:

Os parâmetros que possuem um maior grau de importância são: a turbidez, a cor, a temperatura e a concentração de sólidos dissolvidos. O desenvolvimento de microorganismos está interligado com a temperatura, e a turbidez e a concentração de sólidos, podem dar informações importantes no que se trata de possíveis entupimentos nas tubulações que conduzem os efluentes, visto que as partículas sólidas, assim como os colóides presentes, poderiam acarretar esse problema no sistema. Isso aconteceria porque os colóides poderiam se combinar com os surfactantes presentes em detergentes e sabões, estabilizando-se na fase sólida, devido a adsorção do surfactante na superfície do colóide (ERIKSSON<sup>7</sup> et al., 2002 apud BAZZARELLA, 2005, p. 40).

As características químicas, segundo Eriksson<sup>8</sup> et al. (2002 apud BAZZARELLA, 2005, p. 41 – 43), podem subdividir-se quanto ao composto presente, da seguinte forma:

- a. compostos orgânicos;
- b. compostos nitrogenados e fosforados;
- c. compostos de enxofre;
- d. demais componentes.

---

<sup>7</sup>ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; HENZE, M.; LEDIN, A. Characteristics of grey wastewater. **Urban Water**, v. 4, n. 1, p.85-104, 2002.

Os compostos orgânicos estão relacionados aos valores de DBO (demanda bioquímica de oxigênio), e de DQO (demanda química de oxigênio), que indicam o grau de depleção (queda) do oxigênio devido à degradação da MO (matéria orgânica) presente no efluente. Ligado a isso, está a produção de compostos de enxofre. Espera-se que os níveis de DQO das águas cinzas, assemelhem-se aos níveis presentes em esgotos domésticos, convencionais, enquanto que os valores de DBO tendem a ser menores (ERIKSSON<sup>9</sup> et al., 2002 apud BAZZARELLA, 2005, p. 41).

Em algumas regiões, o costume de urinar durante o banho existe. Nessas condições, níveis mais altos de compostos nitrogenados são esperados. Já os compostos fosforados, estão ligados aos detergentes (ERIKSSON<sup>10</sup> et al., 2002 apud BAZZARELLA, 2005, p. 41 - 42).

Quanto aos compostos de enxofre, destaca-se a ocorrência de gás sulfídrico, responsável pela geração de maus odores. Esse gás pode aparecer, pois nos ambientes anaeróbicos, o sulfato é reduzido a sulfeto durante a oxidação de compostos orgânicos (ERIKSSON<sup>11</sup> et al., 2002 apud BAZZARELLA, 2005, p. 42).

Com relação aos demais componentes, o pH está associado ao pH da água fornecida ao sistema de abastecimento, mas produtos químicos podem alterar esses valores. A alcalinidade e a dureza podem, assim como a turbidez e a concentração de sólidos dissolvidos, indicar possíveis entupimentos nas tubulações. Óleos e gorduras são parâmetros importantes, podendo ser pontos críticos de controle do sistema de tratamento (ERIKSSON<sup>12</sup> et al., 2002 apud BAZZARELLA, 2005, p. 42 - 43).

---

<sup>8</sup>ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; HENZE, M.; LEDIN, A. Characteristics of grey wastewater. **Urban Water**, v. 4, n. 1, p.85-104, 2002.

<sup>9</sup>opus citatua

<sup>10</sup>opus citatua

<sup>11</sup>opus citatua

<sup>12</sup>opus citatua

### 3.1.2 Características microbiológicas

As características microbiológicas são outro ponto de controle muito importante, e destaca-se que (JAMRAH<sup>13</sup> et al., 2007 apud ALVES et al., 2009, p.275):

As águas cinzas normalmente contêm organismos patogênicos, dentre eles, bactérias e parasitas, em concentrações menos elevadas do que em esgotos domésticos convencionais, mas elevadas o suficiente para causar riscos à saúde humana [...].

Rotinas como tomar banho e lavar as mãos, contribuem para a proliferação de microorganismos patogênicos. Essas manifestações reforçam o sistema de desinfecção.

### 3.2 ASPECTOS QUANTITATIVOS DAS ÁGUAS CINZAS

Quanto aos aspectos quantitativos das águas cinzas, segundo Santos (2002, p. 8-12), as quantidades demandadas e produzidas, estão relacionadas com o consumo de água que ocorre nas residências, no caso em estudo, nas embarcações. Essa, por sua vez, pode variar de acordo com a região, com os costumes e com o clima do lugar analisado.

---

<sup>13</sup>JAMRAH, A.; AL-FUTAISI, A.; PRATHAPAR, S.; AL HARASSI, A. Evaluating greywater reuse potential for sustainable water resources management in Oman. **Environmental Monitoring Assessment**, v. 137, n. 1-3, p. 315-327, Jun. 2007.

## 4.0 ANÁLISE LEGAL PARA DESCARTE DE ÁGUAS SERVIDAS NO MAR

### 4.1 - ANEXO IV DA MARPOL 73/78

Norma oriunda da IMO com força de convenção internacional, aderida pelo Brasil através Decreto Legislativo nº 60, de 19 de abril de 1995, promulgado pelo Decreto 2.508/1998, tendo o mesmo passado a integrar o ordenamento jurídico brasileiro, cujo conteúdo foi complementado pela Lei 9.966 de 28 de abril de 2000, que trata das condições para o descarte sanitário de navios.

#### **Considerações retiradas da legislação:**

A resolução aborda o descarte de mictórios nas águas negras. (Regra 1.3.1) 2.4.1.2. A resolução restringe sua aplicação a navios, cuja definição abrange também as plataformas fixas e não fixas. (Regra 2.1) 2.4.1.3. A resolução adota como possíveis sistemas de descarte: (i) uma instalação de tratamento de esgotos; (ii) um sistema de trituração e desinfecção de esgoto; e (iii) um tanque de armazenamento. (Regra 9.1) 2.4.1.4. A resolução exige limitação de vazão de descarga de esgoto e o movimento do navio com pelo menos quatro nós de velocidade quando não empregando uma instalação de tratamento de descartes. (Regra 11.1)

### 4.2 - ANEXO 26 RESOLUÇÃO MEPC.159(55) – Adotada em 13 de outubro de 2006

Procedimentos adicionais da IMO para detalhar os procedimentos e os parâmetros de teste para os equipamentos de tratamento de descarte sanitário.

#### **Considerações retiradas da legislação:**

A Resolução introduz o conceito de águas cinzas. (Item 2) 2.4.2.2. A Resolução alerta para a proibição de que, mesmo utilizando uma instalação aprovada de tratamento, o descarte não deve produzir sólidos visíveis flutuando ou causar a descoloração das águas na vizinhança. (Item 3). Obs.: Esta resolução se aplica a equipamentos adquiridos pelas unidades marítimas a partir de 01/01/2010

### 4.3 - LEI Nº 9.966 DE 28 DE ABRIL DE 2.000

Lei decorrente da necessidade do Decreto que aprovou a convenção Marpol. Foi elaborada em complementação a convenção, sem superpor-lhe conteúdo.

#### **Considerações retiradas da legislação:**

4.3.1. A Lei abrange portos organizados, instalações portuárias, plataformas e navios na AJB. (Artigo 1º).

4.3.2. A Lei aplica-se quando ausentes os pressupostos para aplicação da Marpol e em sua complementação. (Artigo 1º itens I e II);

4.3.3.A Lei aplica-se também a todas as embarcações, plataformas e instalações de apoio estrangeiras. (Artigo 1º item III).

4.3.4. A Lei define como substância nociva ou perigosa qualquer substância que, se descarregada nas águas, é capaz de gerar riscos ou causar danos à saúde humana, ao ecossistema aquático ou prejudicar o uso da água e de seu entorno. (Artigo 2º).

4.3.5.A Lei classifica as substâncias nocivas ou perigosas em quatro Categorias (A, B, C e D). Para as águas cinzas, foi enquadrado na Categoria "C", de risco moderado tanto para a saúde humana como para o ecossistema aquático. (Artigo 4º item III).

4.3.6.A Lei proíbe a descarga, na AJB, de substâncias classificadas na Categoria "C", exceto se atendidas cumulativamente as condições definidas pela Marpol, e não se encontre dentro dos limites de área ecologicamente sensível, e os procedimentos para descarte sejam devidamente aprovados pelo órgão ambiental competente. (Artigo 16).

4.3.7.A Lei define que as águas cinzas de navios, plataformas e suas instalações de apoio equiparam-se às substâncias classificadas na categoria "C". (Artigo 16 §1º).

4.3.8. A Lei define que todo porto organizado, instalação portuária e plataforma disporá obrigatoriamente de instalações ou meios adequados para o recebimento e tratamento dos diversos tipos de resíduos e para o combate da poluição, observadas as normas e critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, excluindo os navios. (Artigo 5º).

4.3.9. A Lei define que as entidades exploradoras de portos organizados e instalações portuárias e os proprietários ou operadores de plataformas deverão elaborar manual de procedimento interno para a gestão de substâncias nocivas ou perigosas, aprovado pelo órgão ambiental competente. (Artigo 6º)

4.3.10 A Lei define que os portos organizados, instalações portuárias e plataformas, bem como suas instalações de apoio, deverão dispor de planos de emergência individuais para o combate à poluição por óleo e substâncias nocivas ou perigosas, aprovados pelo órgão ambiental competente. (Artigo 7º).

4.3.11 A Lei atribui responsabilidade a Autoridade Marítima fiscalizar navios, plataformas e suas instalações de apoio, ao Órgão Federal de Meio Ambiente realizar o controle ambiental e a fiscalização das plataformas e suas instalações de apoio, ao Órgão Estadual de Meio Ambiente realizar o controle ambiental e a fiscalização das plataformas e suas instalações de apoio. (Artigo 27).

#### 4.4 - RESOLUÇÃO Nº 357 DO CONAMA, DE 17 DE MARÇO DE 2005

Resolução do CONAMA que aprimora as diretrizes para a proteção dos corpos de água criada em 1986.

##### **Considerações retiradas da legislação:**

4.4.1. A Resolução estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. (Artigo 1º).

4.4.2. A Resolução permite enquadrar a área de operação de plataformas e navios de apoio na classe três das águas salinas. (Artigo 5º item IV).

4.4.3. A Resolução apresenta as condições e padrões das águas salinas da classe 3. (Artigo 20).

4.4.4. A Resolução estabelece que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados nos corpos de água se atender às suas condições. (Artigo 24).

4.4.5. A Resolução estabelece as condições e padrões dos efluentes de qualquer fonte poluidora para lançamento nos corpos de água. (Artigo 34).

#### 4.5 - RESOLUÇÃO Nº 430 DO CONAMA, DE 13 DE MAIO DE 2011

Resolução do CONAMA que aperfeiçoa as condições e os padrões para descarte de efluentes líquidos estabelecidas pela Resolução Nº 357 do CONAMA, de 17 de março de 2005.

##### **Considerações retiradas da legislação:**

4.5.1 A Resolução dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água alterando parcialmente e complementando a Resolução Nº 357. (Artigo 1º).

4.5.2. A Resolução estabelece que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução. (Artigo. 3º).

4.5.3. A Resolução define que o lançamento de efluentes em corpos de água, com exceção daqueles enquadrados na classe especial, não poderá exceder as condições e padrões de qualidade de água estabelecidos para as respectivas classes. (Artigo 12).

4.5.4. A Resolução ajusta as condições e padrões para lançamento de efluentes de qualquer fonte poluidora diretamente no corpo receptor. (Artigo 16).

#### 4.6 - NOTA TÉCNICA CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 03/08

Norma que apresenta resultado de estudo feito pelo IBAMA para levantar o histórico das diretrizes e dos procedimentos de análise nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás no Brasil.

##### **Considerações retiradas da legislação:**

4.6.1. A NT conclui e mostra preocupação com o lançamento de efluentes por plataformas e embarcações de apoio por quase 30 anos na mesma região. (Item II.2.3).

4.6.2. A NT entende que o descarte de efluentes líquidos por unidades marítimas e por embarcações, aí incluídas as águas cinzas, é analisado e aprovado nos processos de licenciamento (Item III.3.6.2).

4.6.3. A NT interpreta que a Regra 1.3.1 da Marpol refere-se também a águas cinzas. (Item III.3.6.2).

4.6.4. A NT sugere que a CGPEG deveria observar alguns parâmetros ainda não acompanhados para a descarga de efluentes líquidos. (Item III.3.6.2).

4.6.5. A NT conclui seu trabalho com a percepção da necessidade de melhor acompanhar os parâmetros citados no item III.3.6.2. (Item IV).

#### 4.7 - NOTA TÉCNICA CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 01/11

Norma do IBAMA que apresenta as diretrizes para apresentação, implementação e para elaboração de relatórios, nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás.

##### **Considerações retiradas da legislação:**

4.7.1. A NT define a abrangência do PCP exigido nos processos de licenciamento ambiental nos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo&gás. (Item I).

4.7.2. A NT apresenta a abrangência da definição de unidade marítima. (Item II.1.ix).

4.7.3. A NT define as embarcações abrangidas pela norma no que diz respeito ao lançamento de efluentes líquidos em empreendimentos marítimos de petróleo&gás, independentemente das determinações impostas pela Marinha do Brasil: Navios de Pesquisa Sísmica; Embarcações Especiais (Lançadores de Linha, ROV e Apoio a Mergulho); e Embarcações de Apoio com mais de quinze pessoas. (Item II.1.xi).

4.7.4. A NT isenta as empresas de definição de metas para efluentes líquidos no PCP. (Item II.4).

4.7.5. A NT define a exigência para a existência de equipamentos necessários para o cumprimento de suas diretrizes. (Item III.1.1).

4.7.6. A NT define que todas as unidades e embarcações devem proceder à segregação de resíduos, independentemente da existência de metas para redução de geração e de disposição final. (Item III.1.2).

4.7.7. A NT define águas cinzas e determina que os descartes de efluentes valem para todas as unidades marítimas e todas as embarcações, exceto as embarcações autorizadas a transportar até quinze pessoas, embora tenha sido imprecisa quanto foca nos efluentes sanitários. (Item III.1.5.2.b).

4.7.8. A NT define as condições para descarte dos efluentes líquidos, aí incluídas as águas cinzas, como apresentado na Marpol. (Item III.1.5.2.b).

4.7.9. A NT define, de forma similar a NT 03/08, quais os parâmetros qualitativos a serem observados no sistema de tratamento. (Item III.1.5.2.b).

4.7.10. A NT define que sistema de tratamento é qualquer dispositivo que processe os efluentes sanitários e as águas servidas, de modo que não estejam in natura quando do descarte, por unidade marítima e embarcação. (Item III.1.5.2.b).

**Conforme o apresentado, concluímos que o IBAMA:**

- Define que a NT é a referência para a elaboração do Projeto de Controle da Poluição dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás.
- Define sua abrangência: Todo e qualquer tipo de plataforma ou de sonda utilizado nas atividades de Perfuração e de Produção & Escoamento Instalações utilizadas no armazenamento, rebombeio ou transferência de petróleo e gás e as dos testes de produção
- Estende sua abrangência, independentemente das determinações impostas pela Marinha do Brasil para: Navios de Pesquisa Sísmica; Embarcações Especiais (Lançadores de Linha, ROV e Apoio a Mergulho); e Embarcações de Apoio com mais de quinze pessoas.
- Exige a existência de equipamentos necessários para o cumprimento de suas determinações.
- Determina que todas as unidades devem segregar os seus resíduos.
- Define as condições para o descarte de águas cinzas, similares àquelas existentes na MARPOL:

- i. Não podem ser descartados abaixo da distância de 3 milhas náuticas da costa.
  - ii. De embarcação, podem ser descartados a uma distância entre 3 e 12 milhas náuticas da costa, somente depois de passarem por sistema de tratamento.
  - iii. De embarcação, podem ser descartados acima de 12 milhas náuticas da costa, com a embarcação em movimento.
  - iv. De unidades marítimas, podem ser descartados a partir de uma distância de 3 milhas náuticas da costa, somente depois de passarem por sistema de tratamento.
- Define os parâmetros qualitativos para avaliação antes do descarte de águas cinzas:
    - Na entrada e na saída do sistema de tratamento: DQO e DBO.
    - Na saída do sistema de tratamento: TOG; coliformes totais; pH; cloro livre; compostos organoclorados (incluem clorobenzenos, dicloroetano, tricloroetano, clorofórmio, tetracloreto de carbono, PCBs).
  - Define que sistema de tratamento é qualquer dispositivo que processe os efluentes sanitários e as águas servidas, de modo que não estejam in natura.

#### 4.8 - DECRETO 4.136 DE 20 DE FEVEREIRO DE 2002

Decreto que regulamenta as sanções em caso de descumprimento da lei 9.966/2000 sobre a poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas na AJB.

##### **Considerações retiradas da legislação:**

4.8.1. O Decreto define sua abrangência à inobservância a qualquer preceito constante da Lei no 9.966, de 28 de abril de 2000, e a vincula também aos instrumentos internacionais ratificados pelo Brasil. (Artigo 1º).

4.8.2. O Decreto confirma a inclusão de águas cinzas na definição de substância nociva ou perigosa. (Artigo 2º item IX).

4.8.3. O Decreto impõe sanções a navios ou plataformas com suas instalações de apoio em caso de descarga de águas cinzas, referindo-se às condições apresentadas na Marpol. (Artigo 34).

#### 4.9 - CONSTITUIÇÃO FEDERAL

Finalmente, é importante citar o preceito constitucional que norteia toda e qualquer preocupação com a proteção do meio ambiente, seja ele marinho ou não.

##### **Considerações retiradas da legislação:**

4.9.1. A Constituição Federal estabelece com clareza a obrigação do Poder Público em preservar o meio ambiente. (Artigo 225)

#### 4.10 ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO

##### 4.10.1 Avaliação Técnica

1. A Marpol define regras para descarte de águas negras, as situações em que o descarte pode ser realizado, as propriedades que o efluente deve ter antes do descarte e as instalações que devem adotar suas regras.
2. A legislação brasileira utiliza a Marpol como referência para as situações em que o descarte de efluentes pode ser realizado, no entanto estende sua aplicação para substâncias nocivas em geral.
3. Os conceitos básicos de efluentes líquidos e substância nociva empregados para a proteção do meio ambiente incluem as águas negras e as cinzas, entre outras.
4. As substâncias nocivas são definidas como aquelas capazes de gerar riscos ou causar danos à saúde humana, ao ecossistema aquático ou prejudicar o uso da água e de seu entorno.
5. Os descartes sanitários e as águas servidas de navios, plataformas e suas instalações de apoio são equiparadas, em termos de critérios e condições para descarte, às substâncias classificadas na categoria "C", que tem seu descarte controlado.
6. As características dos corpos de água estão definidas e as condições dos efluentes antes do seu descarte deve garantir que estas condições permanecerão, sem comprometer sua qualidade, não sendo admitido o descarte de águas cinzas in natura.
7. As características dos efluentes antes do descarte no corpo líquido para as áreas onde são realizadas as atividades de produção e escoamento de petróleo&gás estão definidas, tendo sido aprimoradas pelo CONAMA, recentemente.
8. A legislação brasileira exige das empresas responsáveis a dispor em suas instalações de sistemas para segregar os efluentes líquidos, de equipamentos para tratamento destes efluentes, de um manual de procedimentos interno para gestão e de planos de emergência individuais.

9. A legislação brasileira abrange: todo e qualquer tipo de plataforma ou de sonda utilizado nas atividades de Perfuração e de Produção&Escoamento; instalações utilizadas no armazenamento, rebombeio ou transferência de petróleo e gás e as dos testes de produção; navios de pesquisa sísmica; embarcações especiais (Lançadores de Linha, ROV e Apoio a Mergulho); e embarcações de apoio com mais de quinze pessoas.

10. A fiscalização das condições legais exigidas para evitar a degradação do meio ambiente no mar causada pelo descarte in natura de águas cinzas, como definida no conjunto legal criado pelo Estado brasileiro, está atribuída aos órgãos das esferas Federal, Estadual e Municipal, no entanto pode-se verificar ambigüidade na atribuição de responsabilidades entre os órgãos Federais.

11. Conclusão:

Analisada a legislação brasileira produzida pelos órgãos federais com autoridade para fazê-lo e considerando a precedência legal necessária, conclui-se que, quando for conveniente para a instalação segregar as águas cinzas das negras, as águas cinzas devem passar por processo de tratamento específico, antes de seu descarte na AJB. Seu descarte in natura é terminantemente proibido. O sistema de coleta e descarte de águas cinzas deve ter seu desempenho monitorado periodicamente segundo os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 430 e pela NT01/11, dispositivos legais mais recentes que normatizam o assunto.

**Abrangência desta obrigação:**

- a) Todo e qualquer tipo de plataforma ou de sonda utilizado nas atividades de Perfuração e de Produção&Escoamento;
- b) Instalações utilizadas no armazenamento, rebombeio ou transferência de petróleo e gás e as dos testes de produção;
- c) Navios de Pesquisa Sísmica;
- d) Embarcações Especiais (Lançadores de Linha, ROV e Apoio a Mergulho);
- e) Embarcações de Apoio com mais de quinze pessoas.

**Condições para lançamento de Águas Cinzas:**

- a) pH entre 5 e 9;
- b) temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;
- c) materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;

d) regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vez a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;

e) óleos e graxas:

- óleos minerais: até 20 mg/L;
- óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L;

f) ausência de materiais flutuantes; e

g) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO cinco dias a 20°C): remoção mínima de 60% de DBO sendo que este limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

### **Padrões de Lançamentos de Águas Cinzas:**

| <b>Parâmetros Inorgânicos</b>                                 | <b>Valores Máximos</b>                    |
|---|---|
| Arsênio total   | 0,5 mg/L As                               |
| Bário total   | 5,0 mg/L Ba                               |
| Boro total (Não se aplica para o lançamento em águas salinas) | 5,0 mg/L B                                |
| Cádmio total  | 0,2 mg/L Cd                               |
| Chumbo total  | 0,5 mg/L Pb                               |
| Cianeto total   | 1,0 mg/L CN                               |
| Cianeto livre (destilado por ácidos fracos)                   | 0,2 mg/L CN                               |
| Cobre dissolvido  | 1,0 mg/L Cu                               |
| Cromo hexavalente   | 0,1 mg/L Cr <sup>+6</sup>                 |
| Cromo trivalente  | 1,0 mg/L Cr <sup>+3</sup>                 |
| Estanho total   | 4,0 mg/L Sn                               |
| Ferro dissolvido  | 15,0 mg/L Fe                              |
| Fluoreto total  | 10,0 mg/L F                               |
| Manganês dissolvido   | 1,0 mg/L Mn                               |
| Mercúrio total  | 0,01 mg/L Hg                              |
| Níquel total  | 2,0 mg/L Ni                               |
| Nitrogênio amoniacal total                                    | 20,0 mg/L N                               |
| Prata total   | 0,1 mg/L Ag                               |
| Selênio total   | 0,30 mg/L Se                              |
| Sulfeto   | 1,0 mg/L S                                |
| Zinco total   | 5,0 mg/L Zn                               |
| <b>Parâmetros Orgânicos</b>                                   | <b>Valores Máximos</b>                    |
| Benzeno   | 1,2 mg/L                                  |
| Clorofórmio   | 1,0 mg/L                                  |
| Dicloroetano (somatório de 1,1 + 1,2 cis + 1,2 trans)         | 1,0 mg/L                                  |
| Estireno  | 0,07 mg/L                                 |
| Etilbenzeno   | 0,84 mg/L                                 |
| Fenóis totais (substâncias que reagem com 4 aminoantipirina)  | 0,5 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH |
| Tetracloroeto de carbono                                      | 1,0 mg/L                                  |
| Tricloroetano   | 1,0 mg/L                                  |
| Tolueno   | 1,2 mg/L                                  |
| Xileno  | 1,6 mg/L                                  |

#### 4.10.2 Avaliação Legal

A Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios, MARPOL 73/78, concluída em 02 de novembro de 1973 e seu Protocolo, de 17 de fevereiro de 1978, bem como os respectivos anexos, foram aprovados pelo Congresso Nacional por meio do Decreto Legislativo nº 60, de 19 de abril de 1995. O Decreto 2.508/1998, por sua vez, promulgou referido instrumento multilateral, tendo o mesmo passado a integrar o ordenamento jurídico brasileiro, e, dispôs, em seu Art. 1º que a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios, o seu Protocolo e seus Anexos Opcionais III, IV e V serão executados e cumpridos tão inteiramente como neles se contém. O legislador ordinário brasileiro, através da Lei 9.966, de 28 de abril de 2000, dentro de sua atribuição constitucional precípua de elaboração das leis que compõe ordenamento jurídico pátrio, entendeu por bem acrescentar disposições acerca do tema, que deverão ser aplicadas juntamente com a MARPOL Assim, a Lei 9966/2000 impôs, como necessário, um regime mais rigoroso a respeito da matéria, sendo certo que sua aplicação é imperativa, uma vez que complementa a MARPOL e suas disposições não entram em contradição com os preceitos da Convenção. Pelo contrário, a partir das disposições da MARPOL o legislador brasileiro atentou para as necessidades de regularização precisa e séria da matéria. Importante, ainda, salientar que o Decreto 4136/2002 que regulamenta essa lei traz sanções de aplicação igualmente imperativa.

#### 5.0 TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS

Os efluentes gerados nas embarcações que terão como destino o lançamento no mar, devem passar por um tratamento, para que possam atender a Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/11, no caso das águas cinzas.

Uma sequência possível para tratamento das águas cinzas pode ser composta primeiramente, por um tanque séptico, em seguida um filtro anaeróbico, filtração terciária ou outra barreira física e, por fim, um processo de desinfecção (CHERNICHARO et al., 2006, p.86).

A NBR 13.969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p.6), apresenta as faixas prováveis de remoção de poluentes, considerando os tratamentos citados em conjunto com o tanque séptico. Os valores limites inferiores são referentes a temperaturas inferiores a 15° C, e os valores superiores, são referentes a temperaturas superiores a 25° C,

sendo que as condições operacionais e de manutenção, interferem nesses percentuais de remoção. O quadro 5 mostra os prováveis valores para remoção de poluentes pelo filtro anaeróbico e pelo filtro de areia quando associados ao tanque séptico, indicados pela Norma.

| Parâmetro             | Filtro Anaeróbico (%) | Filtro de Areia (%) |
|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| DBO                   | 40 a 75               | 50 a 85             |
| DQO                   | 40 a 70               | 40 a 75             |
| SNF                   | 60 a 90               | 70 a 95             |
| Sólidos Sedimentáveis | 70 ou mais            | 100                 |
| Nitrogênio Amoniacal  | -                     | 50 a 80             |
| Nitrato               | -                     | 30 a 70             |
| Coliformes Fecais     | -                     | 99 ou mais          |

Quadro 5: faixas prováveis de remoção de poluentes  
(adaptado de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1997, p.6).

## 5.1 Tanque séptico

Os tanques sépticos são bastante atraentes por suas características construtivas e operacionais. Não exigem técnicas em sua construção nem equipamentos com muita sofisticação, além de sua operação não requer intervenções constantes. É um reator resistente às variações qualitativas do afluente e tem bom desempenho frente a presença de sólidos sedimentáveis. Nos tanques sépticos são desempenhadas simultaneamente as funções de decantação, sedimentação e flotação dos sólidos do esgoto, e também acontecem a desagregação e digestão dos sólidos sedimentados e do material flutuante (ANDRADE NETO et al., 1999a, p.117, 119). Para orientações sobre dimensionamento de tanques sépticos, é possível seguir a NBR 7.229 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993, p.1), que trata sobre projeto, construção, operação e manutenção de tanques sépticos. A referida Norma apresenta a equação de dimensionamento do volume útil do tanque, que deve atender à equação 1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993, p.4):

$$V = 1000 + N(CT + KLf) \quad (\text{equação 1})$$

Onde:

V = o volume útil, em litros;

N = o número de pessoas ou unidades de contribuição;

C = a contribuição de despejos, em litro/pessoa por dia;

T = o período de detenção, em dias;

K = a taxa de acumulação de lodo digerido, em dias;

Lf = a contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa por dia.

## 5.2 Filtro anaeróbico

Basicamente, o filtro anaeróbico pode ser definido como um reator biológico onde o esgoto é depurado através de microorganismos anaeróbios presentes nos espaços vazios e na superfície do material inerte que constitui o material filtrante (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p.4). Quanto à caracterização do funcionamento dos filtros anaeróbios, pode-se avaliar que (ANDRADE NETO et al., 1999b, p.142):

A retenção de sólidos de pequenas dimensões até partículas muito finas e coloidais, por contato com o material suporte recoberto por biofilme e por sedimentação forçada nos interstícios, a ação metabólica dos microorganismos do biofilme e do lodo retido nos interstícios, sobre a matéria dissolvida, constituem os principais fenômenos que agem na depuração do esgoto.

Para o dimensionamento dos filtros anaeróbicos a NBR 13.969 apresenta a equação 2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 4):

$$V_u = 1,6NCT \quad (\text{equação 2})$$

Onde:

V<sub>u</sub> = o volume útil do leito filtrante, em litros;

N = o número de pessoas ou unidades de contribuição;

C = a contribuição de despejos, em litro/pessoa por dia;

T = o período de detenção, em dias;

### **5.3 Filtro de areia**

O filtro de areia é descrito na NBR 13.969 que caracteriza esse instrumento como sendo a “[...]filtração do esgoto através da camada de areia, onde se processa a depuração por meio tanto físico (retenção), quanto bioquímico (oxidação), devido aos microorganismos fixos nas superfícies dos grãos de areia, sem necessidade de operação e manutenção complexas.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p.11).

O processo de tratamento de esgotos por filtros de areia é caracterizado por elevada remoção de poluentes, com operação intermitente. É avaliado ainda que se o reaproveitamento do efluente for atrativo, o filtro de areia pode ser usado como unidade de polimento dos efluentes dos processos anteriores (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p.11). Uma qualidade bastante atrativa do filtro de areia é que seu efluente não apresenta cor e nem odor (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p.6). Para dimensionamento dos filtros, devem ser adotados valores relacionados às temperaturas locais. A taxa de aplicação para o cálculo da área superficial deve ser de 100 L/m<sup>2</sup> por dia, para efluentes vindos diretamente do tanque séptico e quando a temperatura média mensal do esgoto for inferior a 10° C, essa taxa deve ser reduzida para 50 L/m<sup>2</sup> por dia. A composição do meio filtrante pode ser feita com areia com diâmetro efetivo na faixa de 0,25mm até 1,2mm, e coeficiente de uniformidade inferior a 4, ou pode ser feita com pedra britada ou pedregulho (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p.12).

A NBR 13.969/97 indica também os cuidados necessários para a manutenção dos filtros de areia. É recomendada a raspagem e a remoção do material depositado na superfície do filtro, juntamente com uma camada do material filtrante com cerca de 2 a 5 cm. Essa camada retirada do material responsável pela filtração deve ser imediatamente repostada por outra com características idênticas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p.12).

### **5.4 Desinfecção**

A desinfecção é uma etapa de fundamental importância. Segundo a NBR 13.969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p.16), “todos os efluentes que tenham como destino final corpos receptores superficiais ou galerias de águas pluviais, além do reuso, devem sofrer desinfecção.” A desinfecção pode ser feita através de duas

alternativas de cloração: o processo de gotejamento de hipoclorito de sódio, e o processo que utiliza pastilhas de hipoclorito de cálcio, sendo que essas alternativas não necessitam de muitos cuidados operacionais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p.16).

O tempo de detenção hidráulica para contato deve ser de no mínimo 30 min, e o esgoto clorado deve permanecer com uma concentração de pelo menos 0,5 mg/L de cloro residual livre (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p.16).

## **6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho foi desenvolvido com o intuito de levantar dados técnicos necessários para o projeto de uma instalação de tratamento de águas cinzas, seguindo as Normas Brasileiras, e que o resultado final, que seria a qualidade final do efluente tratado descartado na AJB, e que atenta a Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/11.

Os dados servem como parâmetros para o dimensionamento dos equipamentos necessários, visto que cada Unidade Offshore, possui características diferenciadas como número de pessoas a bordo, local da operação e contribuição de despejos. Os valores devem ser levantados pontualmente para cada embarcação.

A eficiência teórica de cada equipamento apresentado indica, mesmo que hipoteticamente, que após o tratamento, as águas servidas poderão ser descartadas em AJB, pois as mesmas estão em atendimento a Marpol e as Normas e Legislações brasileiras.

## REFERÊNCIAS

- ANEXO IV DA 73/78 MARPOL 73/78.  
Disponível em: [https://www.ccaimo.mar.mil.br/sites/default/files/marpol\\_anexo4-08dez.pdf](https://www.ccaimo.mar.mil.br/sites/default/files/marpol_anexo4-08dez.pdf)
- ANEXO 26, DA RESOLUÇÃO MEPC.159(55)  
Disponível em:  
<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/Sewage/Documents/Resolution%20MEPC.159-55.pdf>
- LEI N° 9.966 DE 28 DE ABRIL DE 2000  
Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9966.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9966.htm)
- RESOLUÇÃO N° 357 DO CONAMA, DE 17 DE MARÇO DE 2005  
Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>
- RESOLUÇÃO N° 430 DO CONAMA, DE 13 DE MAIO DE 2011  
Disponível em:  
[http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/propresol\\_lanceflue\\_30e31mar11.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/propresol_lanceflue_30e31mar11.pdf)
- NOTA TÉCNICA CGPEG/DILIC/IBAMA N° 03/08  
Disponível em: [www.ibama.gov.br/.../modulos/arquivo.php?...nt0308](http://www.ibama.gov.br/.../modulos/arquivo.php?...nt0308)
- NOTA TÉCNICA CGPEG/DILIC/IBAMA N° 01/11
- DECRETO 4.136 DE 20 DE FEVEREIRO DE 2002  
Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil.../decreto/2002/d4136.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil.../decreto/2002/d4136.htm)
- ALVES, W.C.; KIPERSTOK, A.; ZANELLA, L.; PHILIPPI, L. S.; SANTOS, M. F. L.; VALENTINA, R. S. D.; OLIVEIRA, L. V.; GONÇALVES, R. F. Tecnologia de conservação em sistemas prediais. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. P. 219-294. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico.  
Disponível em:  
[http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5\\_tema\\_5.pdf](http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_5.pdf). Acesso em: 14 out 2015.
- ANDRADE NETO, C. O.; CAMPOS, J. R.; ALÉM SOBRINHO, P.; CHERNICHARO, C. A. L.; NOUR, E. A.. Filtros Anaeróbios. In: CAMPOS, J. R. (Coord.). **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição**

**controlada no solo.** Rio de Janeiro: ABES, 1999b. p. 139-154. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosabcamposfinal.pdf>

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7.229:** projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993. Disponível em: [http://www.acquasana.com.br/legislacao/nbr\\_7229.pdf](http://www.acquasana.com.br/legislacao/nbr_7229.pdf)
- \_\_\_\_\_. **NBR 13.969/97:** Tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: [http://www.acquasana.com.br/legislacao/nbr\\_13969.pdf](http://www.acquasana.com.br/legislacao/nbr_13969.pdf)