

**ÁGUA DE LASTRO  
&  
MEXILHÃO DOURADO  
&  
INCRUSTAÇÕES  
X  
HIDRELÉTRICAS  
(A HISTÓRIA)**

**JORGE ANTÔNIO BARROS DE MACÊDO, D.Sc.**  
Bacharel em Química Tecnológica

**Email: [j.macedo@terra.com.br](mailto:j.macedo@terra.com.br)  
[barrosdemacedo@gmail.com](mailto:barrosdemacedo@gmail.com)  
Site: [www.aguaseaguas.com](http://www.aguaseaguas.com)**

Juiz de Fora / MG

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-909561-6-7



Copyright© 2020 by Jorge Antônio Barros de Macêdo

Todos os direitos reservados. É vedada a duplicação ou reprodução deste volume, no todo ou em parte, sob quaisquer formas ou por quaisquer meios (eletrônico, mecânico, gravação, fotocópia ou outros), sem permissão expressa do Autor.

Editoração do Texto: Jorge Macedo

Capa: Fabiano A. Silva (CBEIH - Centro de Bioengenharia de Espécies Invasoras de Hidrelétricas)

FICHA CATALOGRÁFICA

MACÊDO, JORGE ANTÔNIO BARROS DE

335p. 16 cm x 23 cm

ISBN: 978-85-909561-6-7

1. Navios
2. Água de Lastro
3. Espécies invasoras
4. Mexilhão dourado
5. Incrustações
6. Hidrelétricas
7. Tratamento físico
8. Tratamento químico
- 9- Desinfecção química
10. Quaternários de amônio
11. Derivados clorados
12. Hipoclorito de sódio
13. Dicloroisocianurato de sódio
14. Segurança da água para consumo e reuso humanos

CDU- 540/541.39/577.5/577.7

Índices para catalogação sistemática

1. Navios
2. Água de Lastro
3. Espécies invasoras
4. Mexilhão dourado
5. Incrustações
6. Hidrelétricas
7. Tratamento físico
8. Tratamento químico
- 9- Desinfecção química
10. Quaternários de amônio
11. Derivados clorados
12. Hipoclorito de sódio
13. Dicloroisocianurato de sódio
14. Segurança da água para consumo e reuso humanos

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-909561-6-7



Impresso no Brasil / Printed in Brazil

## ÍNDICE

	Página
<b>1- Introdução</b>	<b>001</b>
1.1- Algumas informações sobre o lastro de navios, transporte de cargas	002
1.2- Algumas informações sobre Convenção Internacional para Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos de Navios (International Conference on Ballast Water Management for Ships - BWMC), ratificação da convenção e legislações no Brasil	013
1.3- Algumas informações sobre os trâmites legais envolvendo água de lastro no Brasil e internacionalmente	019
<b>2- Água de lastro e a transferência de doenças</b>	<b>031</b>
<b>3- O sistema portuário nacional</b>	<b>037</b>
<b>4- Os tratamentos para água de lastro</b>	<b>039</b>
4.1- A troca da água de lastro em áreas oceânicas	039
4.2- Tratamentos propostos para água de lastro	041
4.2.1 – Os tratamentos da água de lastro físicos e químicos	075
4.2.2- Histórico	078
4.2.3. Processos propostos de tratamento físico	079
4.2.3.1- Hidrociclone	079
4.2.3.2- Filtração	081
4.2.3.2.1- Coagulação/Sedimentação	083
4.2.3.3- Tratamento térmico	084
4.2.3.4- Ultravioleta	087
4.2.3.5- Cavitação (Ultrassom)	090
4.2.3.6- Micro-ondas	092
4.2.3.7- Pressão / vácuo	092
4.2.3.8- Proteção catódica	093
4.2.3.9- Corrente elétrica	094
4.2.4. Processos de tratamento químico	095
4.2.4.1- Desoxigenação	095
4.2.4.2- Supersaturação de gás	097
4.2.4.3- Tratamento químico com a aplicação de biocidas	098
4.2.4.3.1- Menadione/Vitamina K3	101
4.2.4.3.2- Glutaraldeído	102

	<b>Página</b>
4.2.4.3.3- Ácido peracético / Peróxido de Hidrogênio (Peraclean Ocean Degussa)	106
4.2.4.3.3.1- Informações sobre o ácido peracético	109
4.2.4.3.3.2- Informações sobre o peróxido de hidrogênio	111
4.2.4.3.3.3- Informações sobre o ácido acético	112
4.2.4.3.3.4- Produtos com princípio ácido peracético testados no Brasil	112
4.2.4.3.4- Ozônio	114
4.2.4.3.5- Dióxido de cloro	117
4.2.4.3.6- Cloração	119
4.2.4.4- Processos de tratamentos conjugados	123
<b>5- Informações iniciais sobre algumas espécies invasoras</b>	<b>125</b>
5.1- As dez grandes ameaças ou mais temidos organismos envolvidos com a água de lastro	127
5.1.1- <i>Vibrio cholerae</i>	128
5.1.2- <i>Cercopagis pengoi</i>	128
5.1.3- <i>Eiocheir sinensis</i>	129
5.1.4- Algas tóxicas	129
5.1.5- <i>Neogobius melanostomus</i>	130
5.1.6- <i>Carcinus maenus</i>	131
5.1.7- <i>Dreissena polymorpha</i>	131
5.1.8- <i>Undaria pinnatifida</i>	133
5.1.9- <i>Asterias amurensis</i>	133
5.1.10- <i>Mnemiopsis leidyi</i>	134
5.2- Outros bioinvasores	135
5.2.1- <i>Gymnodinium catenatum</i> Graham	135
5.2.2- <i>Alexandrium tamarense</i>	135
5.2.3 <i>Charybdis hellerii</i>	136
5.2.4 <i>Corbicula fluminea</i>	137
<b>6- <i>Limnoperna fortunei</i> ou “mexilhão dourado”</b>	<b>138</b>
<b>7- Produtos testados no Brasil no controle das incrustações do mexilhão dourado em sistema de resfriamento de usina hidrelétrica (MXD e DCIS)</b>	<b>148</b>
<b>7.1- MXD -100</b>	<b>162</b>
7.1.1- Informações da constituição do MXD-100	163
7.1.1.1- Isotiazolonas	185

	<b>Página</b>
<b>7.1.1.2- Quaternários de Amônio</b>	<b>200</b>
7.1.1.2.1- Cloreto de Didecil Dimetilamônio (CAS 7173-51-5)	202
7.1.1.2.2- Cloreto de Alquil Amido Propil Dimetil Benzil Amônio (CAS 124046-05-5)	204
7.1.1.2.3- Cloreto de dimetil isopropil benzil / Cloretos de benzalcônio (cloreto de alquil dimetil benzil amônio)	206
7.1.1.2.4- PolyDADMAC- (diallyldimethylammonium chloride) ou DB45 (CAS 26062-79-3)	212
<b>7.1.1.3- Taninos</b>	<b>216</b>
<b>7.1.1.4- Álcool isotridecílico etoxilado</b>	<b>222</b>
<b>7.1.1.5- Butildiglicol</b>	<b>226</b>
<b>7.2- Derivados clorados orgânicos</b>	<b>228</b>
7.2.1- O “cloro”	230
7.2.2- Dicloroisocianurato de sódio (DCIS) e ácido tricloroisocianúrico (ATCI)	232
7.2.2.1- Características toxicológicas e físico-químicas dos derivados clorados disponíveis no mercado	235
7.2.3- Algumas pesquisas realizadas com derivados clorados	248
<b>8- Conclusão final</b>	<b>262</b>
<b>9- Bibliografia</b>	<b>271</b>
<b>10- Anexo – Informações Gerais</b>	<b>315</b>
10.1- Diferença de vazão e velocidade de um fluido	315
10.2- Número de Reynolds (Re)	318
10.3- Dosagem da solução de um Derivado Clorado em função da vazão	319
10.4- A desinfecção química e a morte de microrganismos	320
<b>11- Outros livros do mesmo autor</b>	<b>323</b>