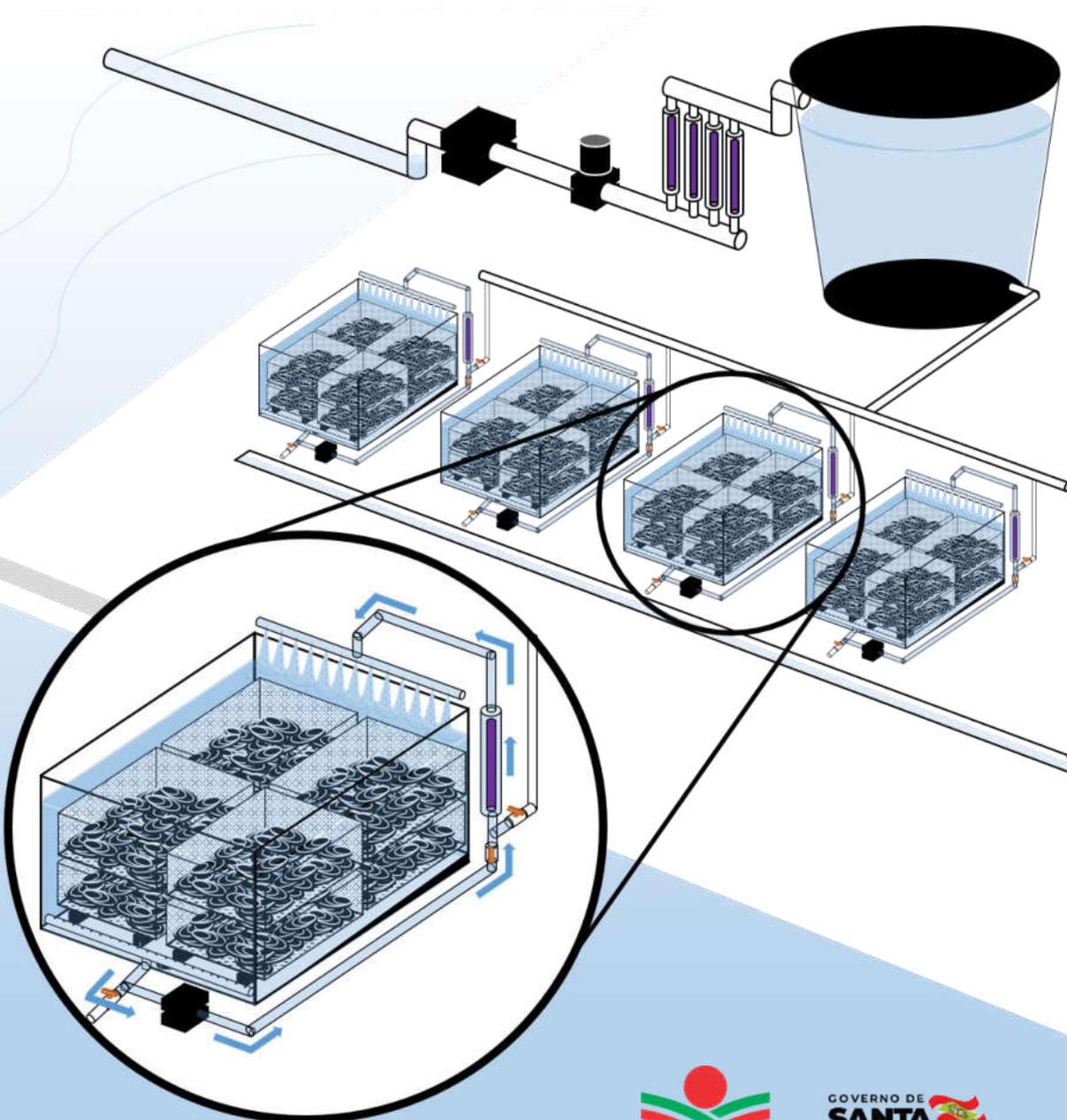


DEPURAÇÃO

DE MOLUSCOS BIVALVES



Governador do Estado
Carlos Moisés da Silva

**Secretário de Estado da Agricultura, da Pesca
e do Desenvolvimento Rural**
Altair Silva

Presidente da Epagri
Edilene Steinwandter

Diretores

Célio Haverroth
Desenvolvimento Institucional

Giovani Canola Teixeira
Administração e Finanças

Humberto Bicca Neto
Extensão Rural e Pesqueira

Vagner Miranda Portes
Ciência, Tecnologia e Inovação

ISSN 2674-9505 (*On-line*)

Fevereiro 2021

BOLETIM DIDÁTICO Nº 160

Depuração de moluscos bivalves

Robson Ventura de Souza

Felipe Matarazzo Suplicy

André Luis Tortato Novaes



Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

Florianópolis

2020

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)
Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi, Caixa Postal 502
88034-901 Florianópolis, SC, Brasil
Fone: (48) 3665-5500
Internet: www.epagri.sc.gov.br
E-mail: cedap@epagri.sc.gov.br

Editado pelo Departamento Estadual de Marketing e Comunicação (DEMC).

Editoria técnica: Márcia Cunha Varaschin

Revisão textual: Laertes Rebelo

Ilustrações: Robson Ventura de Souza

Diagramação: Victor Berretta

Colaboradora: Amanda de Ávila Rates

Revisores ad hoc: João Guzenski e Vanessa Moresco

Primeira edição: Fevereiro de 2021

Distribuição: *on-line*

É permitida a reprodução parcial deste trabalho desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica

SOUZA, R.V.de; SUPLICY, F.M.; NOVAES, A.L.T. **Depuração de moluscos bivalves**. Florianópolis, SC, 2021. 70 p. (Epagri. Boletim Didático, 160).

Ostras; Inspeção; Maricultura; Processamento de moluscos.

ISSN 2674-9505 (*On-line*)

○

Autores

Robson Ventura de Souza

Médico Veterinário, Dr., Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca (Epagri/Cedap). Av. Admar Gonzaga 1.188, Itacorubi, 88034-901, Florianópolis, SC. Fone: (48) 3665 5062, e-mail: robsonsouza@epagri.sc.gov.br

Felipe Matarazzo Suplicy

Biólogo, PhD., Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca (Epagri/Cedap). Av. Admar Gonzaga 1.188, Itacorubi, 88034-901, Florianópolis, SC. Fone: (48) 3665 5060, e-mail: felipesuplicy@epagri.sc.gov.br

André Luís Tortato Novaes

Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca (Epagri/Cedap). Av. Admar Gonzaga 1.188, Itacorubi, 88034-901, Florianópolis, SC. Fone: (48) 3665 5052, e-mail: novaes@epagri.sc.gov.br

Apresentação

O apoio ao controle higiênico-sanitário da produção de moluscos é uma importante frente de trabalho da Epagri. As ações da Empresa nessa área envolvem estudos ambientais, investigações sobre fontes de poluição aquática, estruturação e apoio ao monitoramento da qualidade dos moluscos produzidos, educação de maricultores, processadores e comerciantes sobre a legislação vigente, além do apoio à implantação e adequação de estabelecimentos processadores de moluscos de acordo com as diretrizes legais.

Em 2012 o governo federal instituiu o Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves, um conjunto de regras que modernizou os controles nessa área. Esse programa estabeleceu práticas alinhadas com diretrizes internacionais para controlar riscos relacionados à presença de microalgas produtoras de toxinas e a poluição de origem fecal nas áreas de cultivo de moluscos. Uma das alternativas previstas no programa para controlar especificamente os riscos relacionados à poluição fecal é a depuração em ambiente controlado, objeto do presente Boletim Didático.

A depuração de moluscos, apesar de ser uma prática amplamente adotada em grandes centros produtores de moluscos pelo mundo, acabou sendo pouco difundida em Santa Catarina. Esse boletim tem o objetivo de disponibilizar informações aos envolvidos com a cadeia de produção e comércio de moluscos sobre os objetivos, as estruturas necessárias e como essa prática funciona.

Como ainda existem poucas experiências com depuração de moluscos em escala comercial no Brasil, as informações apresentadas se baseiam na experiência internacional. Usamos como base para esse boletim o documento da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), intitulado “Depuração de Bivalves: fundamentos e aspectos práticos” (*Bivalve depuration: fundamental and practical aspects*), além de relatos de resultados de pesquisas feitas no Brasil.

A Diretoria Executiva

SUMÁRIO

1 Conceitos importantes sobre produção e comércio de moluscos bivalves	9
1.1 O que são moluscos bivalves	9
1.2 O que são fazendas marinhas	10
1.3 O que são bancos naturais de moluscos	10
1.4 O que são estabelecimentos processadores de moluscos bivalves	11
1.5 O que são estabelecimentos de comércio de moluscos bivalves	12
1.6 Como é a rota formal de comércio de moluscos bivalves	13
2 Os riscos relacionados à poluição marinha em áreas de cultivo de moluscos bivalves	15
2.1 Como controlar os riscos de consumo de moluscos cultivados em áreas sob influência de poluição	15
2.2 Os principais processos adotados para redução de riscos relacionados à poluição	15
2.2.1 Nas fazendas marinhas	16
2.2.2 Nos estabelecimentos processadores	16
3 Entendendo o que é a depuração e em que situações ela é necessária	18
3.1 O que é depuração	18
3.2 Em quais situações a depuração é exigida?	19
3.3 Todas as espécies de moluscos precisam de depuração?	19
3.3.1 Existe experiência com depuração em escala comercial das espécies de moluscos cultivadas em Santa Catarina?	20
3.3.2 Particularidades das vieiras	20
3.4 Qual o tipo de empreendimento que tem atribuição legal de realizar a depuração?	22
3.4.1 É nas fazendas marinhas que a depuração de moluscos deve ser realizada? ..	22

3.4.2 É nos estabelecimentos processadores que a depuração de moluscos deve ser realizada?	22
3.4.3 É nos restaurantes e peixarias que a depuração de moluscos deve ser realizada?	22
3.5 As limitações da depuração	23
4 Os princípios básicos para que a depuração seja eficiente	25
4.1 Princípio básico 1 - Manter os animais vivos e em boas condições	25
4.1.1 Atenção à desova.....	26
4.2 Princípio básico 2 - Assegurar que os moluscos realizem a atividade natural de filtração dentro dos tanques	27
4.2.1 Salinidade	28
4.2.2 Temperatura	28
4.2.3 Oxigênio dissolvido	28
4.3 Princípio básico 3 - Assegurar que o material excretado seja deslocado para longe dos moluscos.....	29
4.3.1 Qual o fluxo de água necessário para uma boa depuração?.....	30
4.3.2 Por quanto tempo depurar?	30
4.4 Princípio básico 4 - Evitar a recontaminação dos moluscos	30
5 Características de um local adequado para instalar um centro de depuração	32
5.1 Disponibilidade de água marinha de boa qualidade	32
5.1.1 Água do mar natural.....	32
5.1.2 Água marinha artificial	33
6 Processos para tratamento da água	34
6.1 Processos para aumentar a transparência da água	34
6.1.1 Filtragem mecânica	34
6.1.2 Decantação.....	34
6.2 Processos para desinfecção da água	35
6.2.1 Luz ultravioleta	35
6.2.2 Compostos a base de cloro	35

6.2.3 Ozônio	36
6.2.4 Comparação entre os métodos	36
6.3 Processo para redução de produtos tóxicos excretados pelos moluscos	37
6.4 Processo para redução de proteína na água	38
6.5 Resfriamento da água	38
7 Estrutura necessária para a depuração	40
7.1 Edificações	40
7.2 Estruturas para obtenção de água marinha e tratamento inicial	41
7.3 Estruturas para manutenção da qualidade da água marinha durante a depuração	42
7.4 Estruturas e equipamentos para depuração	44
7.4.1 Tanques de depuração	44
7.4.2 Barra de pulverização, barreira de dispersão de fluxo e barra de drenagem	46
7.4.3 Caixas vazadas empilháveis	47
8 Exemplo de operação de um sistema de depuração de fluxo fechado.....	49
8.1 Carregando o tanque	49
8.2 Preenchendo o sistema com água	50
8.3 Monitoramento do processo	52
8.4 Drenando o tanque.....	53
8.5 Descarregando o tanque.....	54
8.6 Limpeza dos moluscos e preparação para embalagem	55
8.7 Embalagem e rotulagem	55
8.8 Limpeza do tanque	56
9 Modelos-padrão de depuradoras adotados no Reino Unido.....	58
9.1 Tanques rasos de pequena escala.....	59
9.2 Sistema Multicamadas de média e grande escala	60
9.3 Sistema vertical de cascata	61

10 Noções de dimensionamento de um estabelecimento de depuração.....	65
11 Como fazer um cronograma de depuração.....	66
11.1 Cronograma de depuração 1 – Disponibilidade de moluscos depurados todos os dias.....	66
11.2 Cronograma de depuração 2 – Disponibilidade de moluscos de segunda a sábado.....	67
12 Considerações finais.....	69
Referências.....	69

1 Conceitos importantes sobre produção e comércio de moluscos bivalves

Esse documento trata da depuração de moluscos bivalves. Porém, antes de entrar a fundo nesse tema, alguns conceitos importantes relativos à produção e ao comércio de moluscos bivalves serão apresentados para facilitar o entendimento do texto.

1.1 O que são moluscos bivalves

Os moluscos bivalves são animais com o corpo protegido por uma concha dividida em duas partes, as valvas. Por isso, esses moluscos são chamados de bivalves: sua concha possui duas valvas. Em Santa Catarina os principais grupos de moluscos bivalves cultivados são as ostras, os mexilhões e as vieiras. Além desses, os berbigões são moluscos comumente extraídos de bancos naturais (Figura 1).



Figura 1. Moluscos bivalves: A) Ostras, B) Mexilhões, C) Vieiras, D) Berbigões

1.2 O que são fazendas marinhas

As fazendas marinhas (Figura 2) são empreendimentos planejados e operados com o objetivo de cultivar moluscos bivalves até que atinjam o tamanho comercial. Para isso, contam com estruturas de cultivo no mar e estruturas de apoio em terra ou em plataformas flutuantes, para possibilitar o manejo, a colheita e a limpeza dos animais que serão comercializados.



Figura 2. Fazenda marinha de produção de moluscos

1.3 O que são bancos naturais de moluscos

Bancos naturais de moluscos são locais onde esses animais vivem agrupados na natureza (Figura 3). Bancos naturais de mexilhões e ostras, por exemplo, podem ser encontrados em costões rochosos. Já os bancos de berbigões são encontrados em regiões rasas de baías e enseadas. É desses bancos que parte dos moluscos disponíveis no mercado é extraída e posteriormente comercializada.

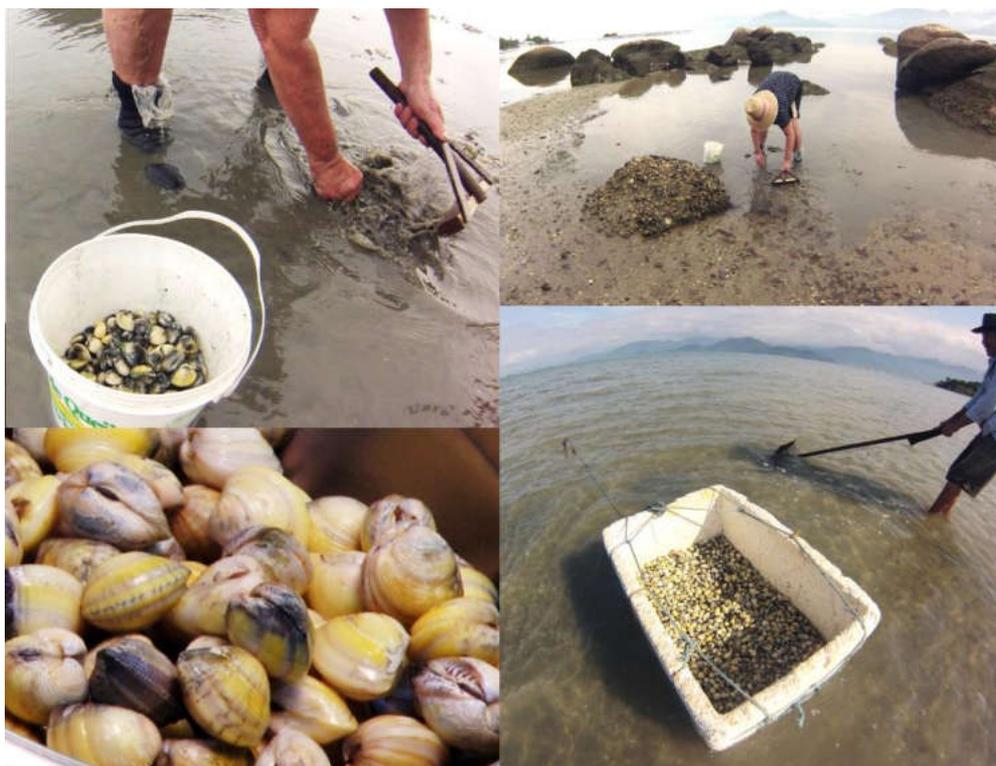


Figura 3. Extrativistas coletando berbigões de um banco natural

1.4 O que são estabelecimentos processadores de moluscos bivalves

Os estabelecimentos processadores (Figura 4) são empreendimentos planejados e operados com o objetivo de transformar os animais produzidos pelas fazendas marinhas em alimentos, devidamente embalados e rotulados, utilizando diferentes técnicas de processamento e seguindo uma série de cuidados de higiene. Os estabelecimentos processadores são construídos e operados de forma a evitar a contaminação e manter uma boa qualidade sanitária dos alimentos, seguindo as recomendações do Serviço de Inspeção¹.

1 O Órgão de Inspeção pode ser federal (vinculado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Mapa), estadual (vinculado à Cidasc em Santa Catarina), ou municipal (vinculado normalmente à Secretaria da Agricultura da Prefeitura Municipal).



Figura 4. Estabelecimentos processadores de moluscos bivalves

1.5 O que são estabelecimentos de comércio de moluscos bivalves

São os estabelecimentos responsáveis por vender os moluscos provenientes dos estabelecimentos processadores, devidamente embalados e rotulados, ao consumidor final. São considerados estabelecimentos de comércio de moluscos os mercados e peixarias, por exemplo. Restaurantes também são estabelecimentos de comércio e também devem vender exclusivamente moluscos provenientes de estabelecimentos processadores inspecionados. Porém, nesse caso os moluscos são vendidos ao consumidor na forma de refeições (Figura 5).



Figura 5. Estabelecimentos de comércio de moluscos bivalves

1.6 Como é a rota formal de comércio de moluscos bivalves

A legislação² brasileira determina que moluscos bivalves, sejam eles destinados à venda vivos ou não, passem pelos procedimentos de inspeção em estabelecimentos processadores registrados junto a Órgãos de Inspeção antes de serem destinados devidamente embalados e rotulados ao consumo humano (Figura 6).

A Epagri publicou um Boletim Didático que apresenta diferentes alternativas para que maricultores e comerciantes consigam vender sua produção seguindo a rota formal de comércio de moluscos. O documento é intitulado “*Alternativas para comercialização de moluscos bivalves seguindo a legislação*” (SOUZA & NOVAES, 2020) e pode ser obtido no site da Epagri: www.epagri.sc.gov.br (Figura 7).

² Instrução Normativa Interministerial do Ministério da Pesca e Aquicultura e do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento Nº7, de 8 de maio de 2012.

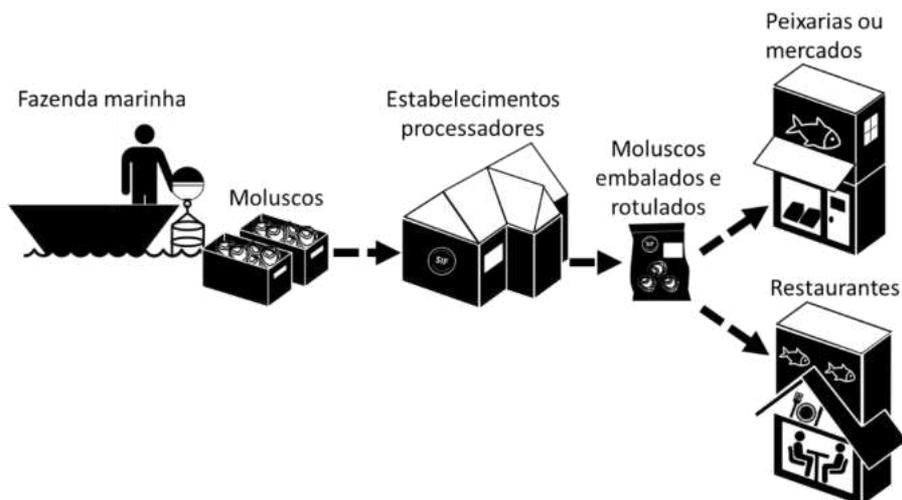


Figura 6. Rota formal de comércio de moluscos bivalves envolvendo o processamento dos animais em estabelecimentos processadores vinculados ao Serviço Oficial de Inspeção

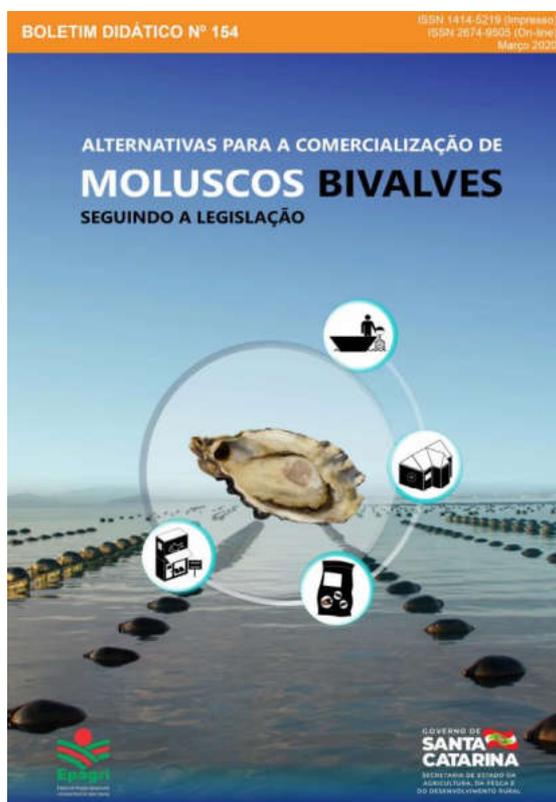


Figura 7. Capa do Boletim Didático da Epagri intitulado “Alternativas para comercialização de moluscos bivalves seguindo a legislação”

2 Os riscos relacionados à poluição marinha em áreas de cultivo de moluscos bivalves

Nas fazendas marinhas, os moluscos bivalves se alimentam filtrando o material em suspensão na água onde vivem. Boa parte do alimento ingerido pelos moluscos é formada por algas microscópicas bastante nutritivas, que são utilizadas pelos animais para se manter vivos e crescer. Dessa forma, os moluscos se transformam em alimentos altamente nutritivos e saudáveis para o ser humano. Porém, se as águas onde os moluscos vivem estiverem poluídas com dejetos humanos ou animais, como pode ocorrer em áreas sob influência de cidades sem o correto tratamento de esgotos, os moluscos podem filtrar e acumular microrganismos causadores de doenças e posteriormente transmiti-los às pessoas que os consumirem.

2.1 Como controlar os riscos de consumo de moluscos cultivados em áreas sob influência de poluição

Em geral, a melhor maneira de produzir moluscos seguros é cultivá-los em águas que não sofrem a influência de poluição. Porém, muitas áreas costeiras disponíveis para o cultivo de moluscos, especialmente aquelas próximas a cidades, estão sujeitas à influência de poluição e suas águas podem conter microrganismos causadores de doenças.

Existem alternativas para reduzir os riscos quando os moluscos são cultivados ou são extraídos de áreas sob moderada influência de poluição. As alternativas envolvem submeter os moluscos a algum tipo de processo que elimine os microrganismos patogênicos.

2.2 Os principais processos adotados para redução de riscos relacionados à poluição

São três os processos mais adotados para controle de riscos relacionados à poluição fecal. Um deles é executado quando os moluscos estão em fazendas marinhas, enquanto os demais, de acordo com a legislação brasileira, devem ser realizados exclusivamente dentro de estabelecimentos processadores.

2.2.1 Nas fazendas marinhas

Nas fazendas marinhas, o único procedimento possível para redução de riscos relacionados à poluição é a **afinação** (Figura 8). De uma forma simples, pode-se definir a **afinação** como a transferência, por período determinado, dos animais já adultos de áreas marinhas sob influência de poluição para áreas com água livre de poluição. Os moluscos devem permanecer nessas áreas marinhas livres de poluição durante um período determinado pelas autoridades sanitárias³ suficiente para que os animais eliminem naturalmente os microrganismos causadores de doenças que estiverem em seus intestinos, reduzindo os riscos⁴. Animais que passam por esse procedimento não precisarão passar por outros tratamentos para redução de riscos relacionados à poluição.

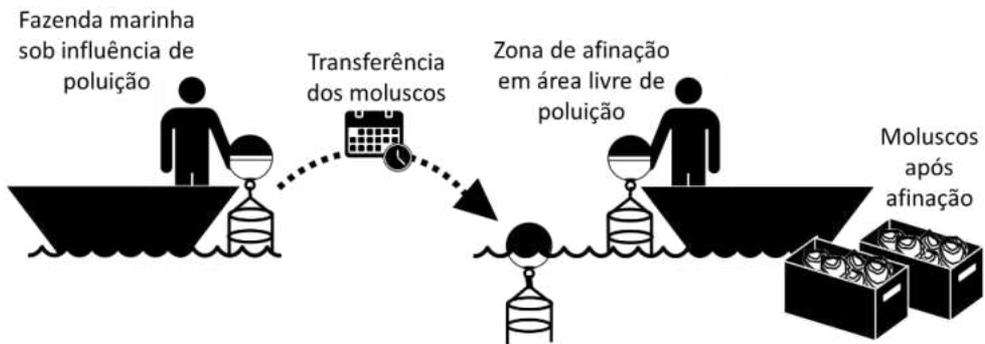


Figura 8. Afinação de moluscos

2.2.2 Nos estabelecimentos processadores

Existem dois tipos de processos que são permitidos pela legislação brasileira para redução de riscos relacionados à poluição fecal e que devem ser realizados nos estabelecimentos processadores: um destinado a moluscos que serão vendidos abatidos e outro para moluscos que serão vendidos vivos.

3 No Brasil, até a data de publicação deste documento, não existem diretrizes legais que balizem a realização da afinação como tratamento para redução de riscos em moluscos.

4 Período de até dois meses em países como a Inglaterra, dependendo do nível de poluição da área de colheita dos moluscos.

O **tratamento térmico** se aplica exclusivamente a animais que serão vendidos abatidos ao consumidor final. De uma forma simples, pode-se definir o **tratamento térmico** como o cozimento dos animais em condições específicas que eliminem microrganismos causadores de doenças (Figura 9).

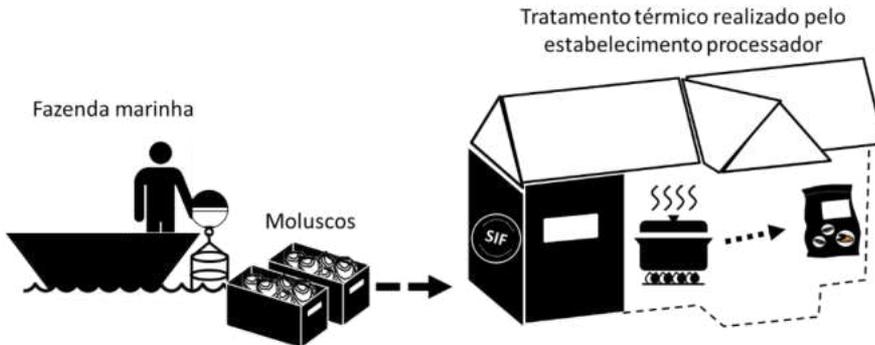


Figura 9. Esquema ilustrando o tratamento térmico de moluscos realizado por estabelecimento processador registrado junto ao Serviço de Inspeção

Outro processo previsto na legislação é a **depuração**, que se aplica a moluscos que serão vendidos vivos ao consumidor final. A **depuração** é o foco desse documento e será explicada de forma detalhada ao longo do texto (Figura 10).

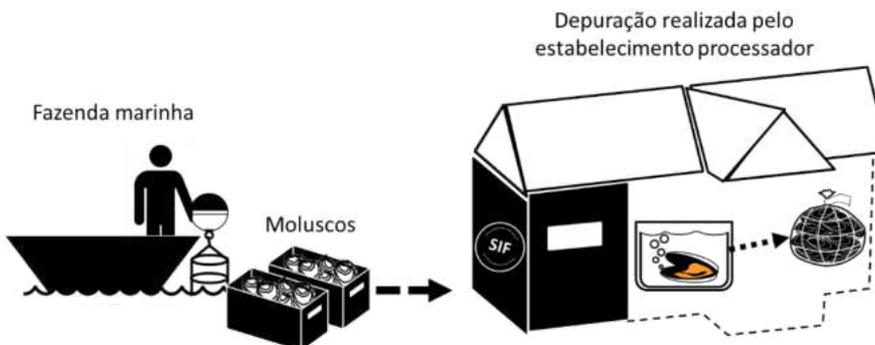


Figura 10. Esquema ilustrando a depuração de moluscos realizada por estabelecimento processador registrado junto ao Serviço de Inspeção

3 Entendendo o que é a depuração e em que situações ela é necessária

3.1 O que é depuração

A depuração é uma técnica que envolve a manutenção de moluscos em tanques com água limpa, onde os animais realizam a sua atividade normal de filtração por um período de tempo suficiente para que expulsem, junto com o conteúdo dos seus intestinos, os microrganismos causadores de doenças que eventualmente tenham sido ingeridos nas fazendas marinhas ou nos bancos naturais (Figura 11).



Figura 11. Centro de depuração de ostras no Reino Unido. Fonte: <https://www.theoystermanevents.co.uk/>

Essa técnica é adotada em muitas partes do mundo. Países com significativa produção de ostras, como a França e o Japão, possuem mais de 1.000 plantas depuradoras cada⁵.

3.2 Em quais situações a depuração é exigida?

A necessidade de depuração dependerá do nível de risco relacionado à poluição fecal (aquela que contém fezes humanas ou de animais de sangue quente) que atinge as áreas de cultivo ou de extração de moluscos bivalves. Esse risco é determinado por meio de um programa de monitoramento executado pelo governo estadual (a Cidasc em Santa Catarina). Para isso, amostras de moluscos são coletadas nas áreas de produção de moluscos de Santa Catarina e analisadas em laboratórios oficiais. Os laboratórios determinam os níveis de bactérias que indicam a presença de fezes de animais de sangue quente (como humanos, bovinos, suínos e aves) nas amostras. Com base nesses resultados é possível quantificar os riscos e determinar a situação de retirada dos moluscos, que irá indicar se os bivalves podem ser colhidos e como deverá ser o processamento depois que eles saírem da água. A situação de retirada das áreas de cultivo e extração, que pode variar entre retirada **Liberada**, **Liberada Sob Condição** e **Suspensa**, é atualizada constantemente e pode ser verificada na internet⁶.

A depuração é exigida como processo de redução de riscos para moluscos que foram colhidos de áreas em condição de retirada **Liberada sob Condição** e que serão vendidos **vivos** ao consumidor final⁷. Para moluscos provenientes de áreas com retirada **Liberada**, onde o risco é muito baixo, a depuração não é exigida. Não é permitido colher moluscos de áreas em situação de retirada **Suspensa** com o objetivo de alimentação humana.

3.3 Todas as espécies de moluscos precisam de depuração?

A depuração é a principal estratégia para controlar os riscos de moluscos que são vendidos ao consumidor final e consumidos vivos, como é o caso das ostras. No entanto, mexilhões ou berbigões colhidos de áreas em situação de retirada **Liberada Sob Condição** que forem destinados vivos para a venda ao consumidor final também devem passar por depuração. Nesse caso, a depuração funciona como uma forma de aumentar a segurança dessas espécies quando são compradas vivas e cozidas pelos próprios consumidores, muitas

5 Dados de 2006. Fonte: Lee, R., Lovatelli, A., Ababouch, L., 2008. Bivalve depuration: fundamental and practice aspects, FAO. Fisheries Technical Paper.

6 <http://www.cidasc.sc.gov.br/defesasaniaanimal/>

7 Na Europa as áreas são classificadas em A, B, C ou proibidas. A depuração é autorizada apenas para moluscos de áreas classe B, não sendo autorizada para moluscos provenientes de áreas classe C. Para serem vendidos vivos, nesse caso os moluscos devem passar por afinação, isto é, ser transferidos para áreas com qualidade de água ótima (classe A ou I), por período prolongado para redução natural dos níveis de microrganismos.

vezes em condições que não garantem a eliminação de microrganismos causadores de doenças.

3.3.1 Existe experiência com depuração em escala comercial das espécies de moluscos cultivadas em Santa Catarina?

A principal espécie de ostra cultivada em Santa Catarina, a ostra do Pacífico (*Crassostrea gigas*), também é uma das espécies mais cultivadas em todo o mundo e existe grande experiência internacional com sua depuração. Entretanto, não foram encontrados relatos de experiências com depuração em escala comercial do mexilhão *Perna perna*, cultivado em Santa Catarina, e nem dos berbigões da espécie *Anomalocardia flexuosa*, que são extraídos no Estado. Por isso, será necessário desenvolver protocolos de depuração para essas espécies utilizando como base a experiência obtida para espécies similares cultivadas em outros países.

Mexilhões são comumente depurados no mundo. A Comunidade Autônoma da Galícia, na Espanha, por exemplo, é um dos principais polos mundiais de produção de mexilhões e depura toda a produção da espécie *Mytilus galloprovincialis* comercializada utilizando a Denominação de Origem “*Mejillón de Galicia*”. Existem em torno de 60 plantas depuradoras nessa região⁸, muitas delas de grande porte (Figura 12). Outros moluscos de areia, com características semelhantes ao berbigão extraído em Santa Catarina também são comumente depurados em outros países, como as amêijoas das espécies *Ruditapes decussatus* e *Tapes philippinarum*.

3.3.2 Particularidades das vieiras

As vieiras possuem características que as diferenciam dos demais moluscos bivalves e que dificultam sua depuração, mas também possibilitam formas diferentes de reduzir riscos relacionados à poluição fecal. Vieiras são capazes de se movimentar através da abertura e fechamento de suas valvas, gerando um jato de água propulsor. Por isso é difícil mantê-las nas caixas vazadas comumente usadas na depuração. Além disso, a movimentação de água provocada pelos jatos de água gerados pelas vieiras dificulta a sedimentação do material eliminado pelos moluscos, atrapalhando o processo de depuração.

8 Dados de 2006. Fonte: Lee, R., Lovatelli, A., Ababouch, L., 2008. Bivalve depuration: fundamental and practice aspects, FAO. Fisheries Technical Paper.



Figura 12. Centro de depuração na Comunidade Autónoma da Galícia, na Espanha

Por outro lado, diferenças na anatomia das vieiras possibilitam uma forma diferente de reduzir os riscos relacionados à poluição fecal. Usualmente todo o conteúdo de dentro das conchas de ostras, mexilhões e berbigões é consumido⁹. Isso porque seria muito difícil separar, por exemplo, os músculos responsáveis pelo fechamento das conchas dos órgãos usados por esses moluscos para sua alimentação e reprodução. Como nas vieiras essas estruturas corporais são facilmente separáveis umas das outras, a legislação permite que vieiras provenientes de áreas **Liberadas Sob Condição** sejam dispensadas da necessidade de depuração ou tratamento térmico, desde que tenham os órgãos usados para alimentação e reprodução removidos e apenas o músculo responsável pela abertura e fechamento da concha (músculo adutor) seja comercializado. O processo de remoção desses órgãos deve ser realizado em estabelecimentos processadores.

⁹ Com exceção do bisso, que é o feixe de filamentos pelos quais alguns moluscos bivalves, como o mexilhão, fixam-se a substratos.

3.4 Qual o tipo de empreendimento que tem atribuição legal de realizar a depuração?

Ao ler esse documento, maricultores ou extratores de moluscos devem estar se perguntando se deveriam estar realizando a depuração dos moluscos produzidos ou extraídos. Nessa seção explicamos quem é responsável por realizar a depuração.

3.4.1 É nas fazendas marinhas que a depuração de moluscos deve ser realizada?

Não! De acordo com a legislação brasileira¹⁰ a depuração é um procedimento que deve ser realizado dentro dos estabelecimentos processadores. Portanto, esse procedimento, quando necessário, não é uma atribuição do maricultor ou do extrativista e não deve ser realizado nas dependências de uma fazenda marinha. É importante notar, no entanto, que existem maricultores que possuem um estabelecimento processador anexo à sua fazenda marinha. Nesse caso, o estabelecimento processador anexo deverá realizar a depuração, se necessária.

3.4.2 É nos estabelecimentos processadores que a depuração de moluscos deve ser realizada?

Sim! É responsabilidade desses estabelecimentos submeter os moluscos ao processamento para a eliminação de microrganismos causadores de doenças, se for o caso. Portanto, se os moluscos que estão sendo processados para serem vendidos vivos ao consumidor final forem provenientes de áreas em condição de retirada **Liberada sob Condição**, o estabelecimento processador tem a obrigação de realizar a depuração.

3.4.3 É nos restaurantes e peixarias que a depuração de moluscos deve ser realizada?

Não! Os moluscos vivos revendidos pelas peixarias ou utilizados na preparação de pratos pelos restaurantes devem ter sido comprados de estabelecimentos processadores, já em condições para consumo direto, sem necessidade de depuração ou outro processamento adicional. Se for necessário, o processo de depuração deve ser realizado nos estabelecimentos processadores, antes de os moluscos chegarem aos restaurantes e peixarias.

10 INI 07 – Art. 58 – “A depuração será realizada, quando necessário, dependendo da espécie de bivalve a ser processada e das condições sanitárias dos locais de retirada e deve ser efetuada nas dependências de processamento situadas na área limpa do estabelecimento industrial.”

É importante notar, no entanto, que é possível que peixarias e restaurantes possuam estrutura anexa dedicada ao processamento dos moluscos e possuam registro junto ao serviço de inspeção (Figura 13). Nesse caso, esses estabelecimentos podem realizar a compra de moluscos diretamente de fazendas marinhas ou de extrativistas e realizar a depuração, quando necessária, desde que tenham estrutura adequada e estejam autorizados pelo serviço de inspeção a realizar esse procedimento.

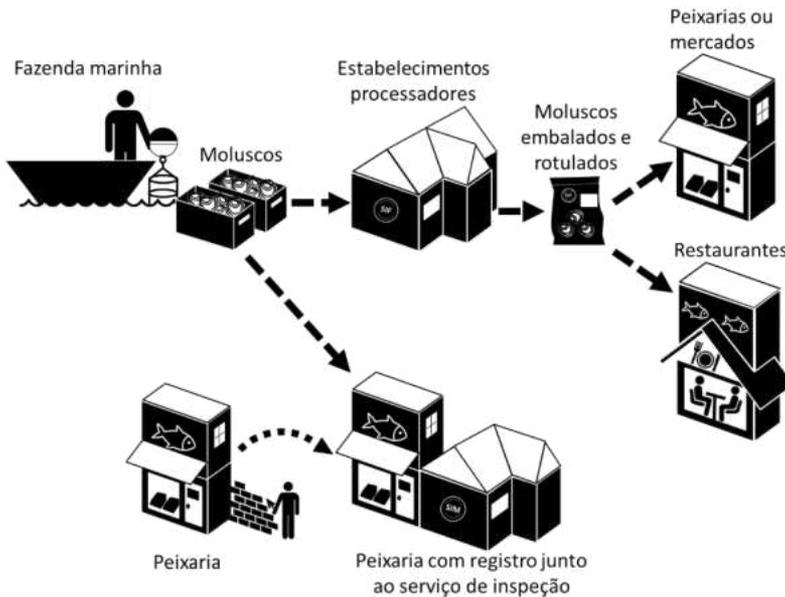


Figura 13. Esquema mostrando que peixarias podem adequar sua estrutura e obter registro junto ao serviço de inspeção. Nesse caso, podem comprar moluscos diretamente dos maricultores ou extrativistas

3.5 As limitações da depuração

A depuração foi originalmente desenvolvida com o objetivo de remover contaminantes bacterianos de moluscos e se mostra bastante eficaz para isso. Bactérias indicadoras de poluição, como os coliformes, e outras bactérias causadoras de doenças que têm origem nas fezes, como a *Salmonella*, são removidas de maneira relativamente fácil por meio de um processo de depuração bem operado. Contudo, a depuração pode não ser eficaz na redução dos níveis de bactérias que estão naturalmente presentes no ambiente marinho e que também oferecem risco de doenças, como os vibrios. Além disso, pesquisas mostram que vírus causadores de doenças, que podem estar presentes na poluição fecal, são removidos durante a depuração em uma velocidade bem mais lenta do que os coliformes. Apesar dessas limitações, a depuração é considerada um meio eficiente para reduzir os riscos

de doenças relacionadas à poluição fecal (uma das principais preocupações em SC). Por isso, é amplamente recomendada e utilizada em diferentes países com significativa produção de moluscos. No entanto, é fundamental que o processo seja realizado de maneira adequada para que atinja seu objetivo, seguindo as melhores práticas de acordo com as recomendações técnicas.

Vale lembrar que a depuração objetiva reduzir exclusivamente os riscos relacionados à poluição fecal. Ela não é considerada um meio viável para reduzir a contaminação por toxinas produzidas por algas microscópicas, durante eventos de floração (popularmente chamados de “marés vermelhas”). A depuração também não é considerada um meio viável para reduzir os níveis de outros contaminantes, como metais pesados, por exemplo.

4 Os princípios básicos para que a depuração seja eficiente

Para que a depuração cumpra o seu papel de eliminar microrganismos causadores de doenças presentes em moluscos que serão vendidos vivos ao consumidor final, é necessário:

- Manter os animais vivos, limpos e em boas condições durante e depois da depuração;
- Assegurar que os moluscos estejam ativos, realizando sua atividade de filtração dentro dos tanques de depuração e eliminando o conteúdo dos intestinos;
- Assegurar que o material excretado seja deslocado para longe dos moluscos;
- Evitar a recontaminação dos moluscos durante o processo de depuração.

A seguir cada um desses itens será discutido mais a fundo.

4.1 Princípio básico 1 - Manter os animais vivos e em boas condições

Os moluscos são invariavelmente submetidos a etapas estressantes durante a colheita e o transporte até os estabelecimentos processadores. Por exemplo: são retirados do ambiente onde cresceram ou foram cultivados, separados mecanicamente um dos outros (no caso dos mexilhões), lavados com água sob pressão e transportados até os estabelecimentos processadores por via aquática e/ou terrestre. Porém, dentro do possível, é preciso ter cuidado e minimizar o estresse no caso de moluscos que serão depurados. Para isso, deve-se evitar os choques desnecessários nas etapas de colheita, carregamento e descarregamento. O transporte dos animais até os estabelecimentos processadores deve ser feito o mais rapidamente possível, sempre mantendo-os abrigados do sol e do calor, ou mesmo resfriados nos meses de verão. Deve-se evitar usar água com temperaturas muito diferentes daquela da área de colheita para a limpeza ou depuração.

O manejo dos animais com pouco cuidado pode não os matar imediatamente, mas prejudicar sua condição de saúde, danificar as suas conchas ou desencadear a desova daqueles que estiverem propensos a isso. Animais moribundos não irão realizar sua atividade normal de filtração, indispensável para uma adequada depuração, e provavelmente terão uma vida de prateleira reduzida. De forma semelhante, animais que desovaram recentemente acabam ficando magros e enfraquecidos.

4.1.1 Atenção à desova

Para a obtenção de animais vivos e em boas condições para a depuração e a venda, é importante prestar atenção em seu grau de maturação sexual. Moluscos muito gordos, isto é, que estão muito maduros sexualmente e prestes a desovar, não devem ser depurados. Isso pode ser verificado por meio da abertura das conchas de alguns animais ou prestando atenção quando os animais desovam ainda antes de entrarem nos tanques de depuração. Nesse último caso, material esbranquiçado (no caso de ostras ou mexilhões machos) ou alaranjado (mexilhões fêmeas) é liberado pelos animais e pode ser observado (Figura 14). Nessas situações, o recomendado é que os animais sejam destinados a outro tipo de processamento, como o tratamento térmico, por exemplo.



Figura 14. Mexilhões recém-colhidos e acondicionados em caixas plásticas. É possível ver que os animais estão desovando, por conta do material de coloração alaranjada liberado pelos animais (Fonte: Epagri - Escritório municipal de Palhoça)

Quando a desova acontece nos tanques de depuração (Figura 15), além dos animais ficarem enfraquecidos e perderem peso, o material desovado pode ser um complicador do processo, especialmente em sistemas de recirculação de água (os tipos de sistemas serão descritos mais à frente no texto). É possível ainda que a desova ocorra quando os moluscos já estão embalados e prontos para a comercialização. Isso também não é desejável, uma vez que o produto final ficará com aspecto pouco atrativo ao consumidor.



Figura 15. Desova de mexilhões *P. perna* durante depuração em ensaios experimentais. Fonte: Suplicy (1998)

4.2 Princípio básico 2 - Assegurar que os moluscos realizem a atividade natural de filtração dentro dos tanques

O ambiente no qual os moluscos são depurados precisa proporcionar condições adequadas para que eles realizem sua atividade normal de filtração. Caso contrário, os moluscos fecharão suas valvas esperando que a situação volte a ficar adequada. Choques mecânicos, como batidas nas paredes dos tanques e vibrações, podem inibir a atividade de filtração e devem ser evitados. Moluscos não devem ficar empilhados em muitas camadas, pois isso pode dificultar a abertura das conchas dos animais que estiverem nas camadas mais inferiores e, conseqüentemente, dificultar também a sua atividade de filtração. É fundamental disponibilizar aos animais água em condições adequadas e manter a sua qualidade durante todo o processo de depuração. Para isso, é importante prestar atenção a diferentes parâmetros de qualidade de água, como a salinidade (quantidade de sais existentes na água), temperatura e os níveis de oxigênio dissolvido. A seguir são apresentadas recomendações internacionais sobre esses parâmetros. Estudos são recomendados para determinar os limites ótimos desses parâmetros para as condições de Santa Catarina e para as espécies aqui cultivadas e extraídas.

4.2.1 Salinidade

A recomendação é que a salinidade da água usada durante a depuração seja no máximo 20% maior ou menor do que aquela da área de onde os moluscos foram colhidos. Por exemplo, se os moluscos foram colhidos de uma área onde a salinidade era de 25g/L, o recomendado é que a água dos tanques de depuração tenha salinidade entre 20 e 30g/L. Para medir a salinidade, pode ser utilizado um equipamento simples chamado refratômetro. No Reino Unido a recomendação é que a depuração de ostras do Pacífico seja realizada com a salinidade mínima de 20,5g/L, e salinidades mínimas próximas a 20g/L são recomendadas também para outras espécies de mexilhões, berbigões e amêijoas.

4.2.2 Temperatura

O processo de depuração normalmente demanda o resfriamento da água (pelo menos durante boa parte do ano), e por isso a estrutura dos centros de depuração normalmente envolve equipamentos para este fim. Nos EUA a recomendação para a depuração de ostras em geral é de temperaturas entre 10 e 25°C. No Reino Unido são recomendadas temperaturas entre 8 e 18°C especificamente para a ostra do Pacífico, a espécie mais cultivada em SC. Para espécies de mexilhões, berbigões e amêijoas cultivadas no mundo as temperaturas recomendadas no geral variam entre o limite mínimo de 10°C e o máximo de 20°C. Experimentos de depuração realizados em SC com mexilhões *P. perna* utilizando água em temperatura próxima a esse limite máximo (entre 19 e 21°C) resultaram em um grande número de desovas e perda de rendimento de carne.

4.2.3 Oxigênio dissolvido

Níveis adequados de oxigênio dissolvido na água são necessários para garantir a sobrevivência e atividade dos moluscos dentro dos tanques de depuração. Níveis mínimos de saturação de oxigênio da água de 60% são exigidos no Japão para ostras. Na Nova Zelândia, a recomendação é que se mantenham concentrações de oxigênio de pelo menos 5mg/L para mexilhões, enquanto concentrações mais altas são frequentemente utilizadas para outras espécies. O nível de oxigênio dissolvido é monitorado utilizando-se um equipamento chamado de oxímetro.

Importante notar que os níveis de oxigênio dissolvido na água podem ser aumentados por meio de diferentes métodos de aeração, sendo que alguns deles envolvem agitação da água. O sistema de depuração deve ser bem projetado, de forma que o método escolhido não comprometa outros aspectos importantes do processo, como o assentamento adequado do material excretado pelos moluscos (discutido na próxima seção).

As barras de pulverização ou sistemas de depuração em cascata (que serão detalhados mais adiante no texto) geralmente proporcionam aeração suficiente para manter o nível de oxigênio dissolvido acima de 5mg/L, desde que a proporção de moluscos para água esteja adequada, a vazão esteja correta para o sistema e a temperatura da água não esteja muito alta. Problemas com baixos níveis de oxigênio dissolvido ocorrem com mais frequência na depuração de mexilhões.

4.3 Princípio básico 3 - Assegurar que o material excretado seja deslocado para longe dos moluscos

É necessário manter um fluxo de água constante e bem distribuído dentro dos tanques de depuração de tal forma que desloque o material excretado para longe dos moluscos. Para isso, sistemas de depuração normalmente contam com estruturas específicas, como barras de pulverização, grades de dispersão e barras de drenagem (detalhadas mais a frente no texto) para distribuir uniformemente a água que entra no tanque evitando a presença de “zonas mortas”, onde a água não circula.

Além disso, os moluscos devem ser acomodados em caixas vazadas mantidas afastadas do fundo, posicionadas sobre estruturas como estrados ou trilhos. Dessa forma, a água é capaz de circular entre os moluscos e movimentar o material excretado em direção ao fundo do tanque (Figura 16). Para que esse processo aconteça de maneira adequada é necessária atenção ao fluxo de água e ao tempo de depuração recomendados.

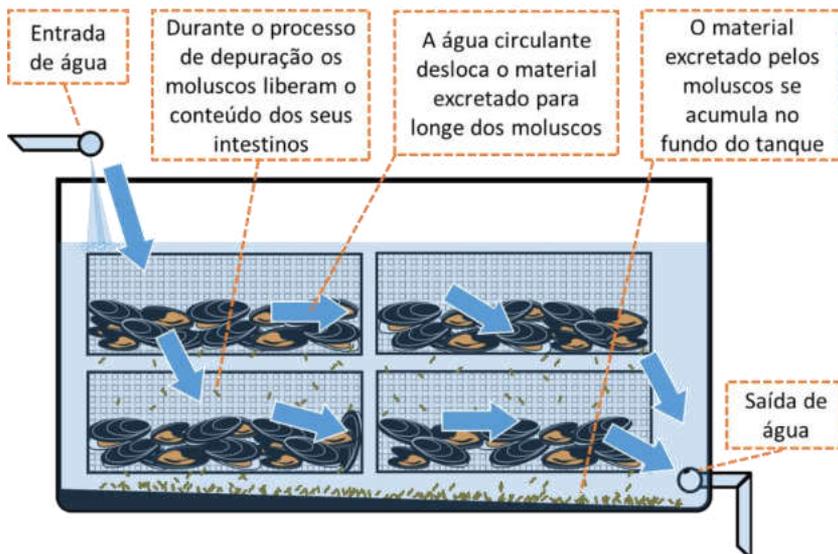


Figura 16. Representação de um sistema de depuração de moluscos

4.3.1 Qual o fluxo de água necessário para uma boa depuração?

Nos EUA, recomenda-se uma vazão mínima de 107 litros por minuto por metro cúbico de moluscos, mesmo valor adotado na Nova Zelândia. Vazões menores são permitidas mediante demonstração por meio de testes de que elas sejam eficazes. Na província de Hiroshima, no Japão, o fluxo mínimo especificado é de 12 litros por 1.000 ostras por minuto. Para verificar a vazão dos tanques de depuração são necessários medidores de vazão, também conhecidos como fluxômetros.

4.3.2 Por quanto tempo depurar?

O tempo de depuração deve ser suficiente para que os moluscos expulsem os microrganismos de seus intestinos. As autoridades competentes de diferentes países normalmente decidem qual será o tempo necessário com base em resultados de estudos sobre tempo necessário para eliminação de bactérias indicadoras de poluição (como os coliformes) e de outros microrganismos patogênicos (bactérias marinhas e vírus) para determinar um período mínimo.

No Reino Unido o tempo mínimo exigido é de 42 horas e nos EUA é de 44 horas. Na Nova Zelândia, o período mínimo estipulado é de 48 horas, a menos que o centro de depuração demonstre, por meio de testes, a eficiência do processo em um período mais curto. Mesmo nesse caso, um tempo mínimo de 36 horas é especificado. Espera-se que nesse tempo a maioria das bactérias fecais causadoras de doenças seja eliminada, assim como aproximadamente dois terços dos vírus causadores de doenças.

Em alguns países onde as autoridades competentes não estabeleceram um período mínimo, sendo usados períodos mais curtos que os mencionados anteriormente. Por exemplo, períodos de depuração de 18 a 24 horas são comumente usados na Itália. Nesse caso, o que determina o tempo de depuração é simplesmente o tempo de eliminação de bactérias que indicam a presença de fezes (como os coliformes). É importante destacar que essa forma de determinar o tempo de depuração não é necessariamente eficiente no controle de riscos relacionados à presença de vírus e bactérias marinhas (vibrios).

4.4 Princípio básico 4 - Evitar a recontaminação dos moluscos

Para evitar a recontaminação dos moluscos durante a depuração são necessários alguns cuidados. O principal deles é o uso de água circulante com boa qualidade durante todo o processo de depuração, independentemente da sua fonte.

É necessário evitar a ressuspensão do material depositado no fundo do tanque por meio do método “todos dentro/todos fora”. Isso significa que, uma vez que o tanque de depuração for carregado com um lote de moluscos e abastecido com água, ele não deve mais ser mexido para colocação ou retirada de animais até o encerramento do período de depuração. Além disso, os moluscos só devem ser retirados do tanque de depuração depois que a água tenha sido drenada até um nível que não permita o contato dos moluscos com ela e nem com o material assentado no fundo dos tanques. Outro procedimento indispensável é a realização de limpeza completa dos tanques entre os ciclos de depuração.

5 Características de um local adequado para instalar um centro de depuração

Um local adequado para a instalação de um estabelecimento de depuração de moluscos deve possibilitar a construção de edificações, ter acesso a moluscos provenientes de fazendas marinhas ou bancos naturais, acesso a água marinha de boa qualidade (seja ela captada do mar ou artificial), acesso a vias para o transporte de produto final depurado e possibilitar o descarte adequado de efluentes líquidos (incluindo água utilizada na depuração) e sólidos (como conchas de animais mortos). De acordo com a legislação brasileira, a depuração é uma etapa do processamento dos moluscos que deve ser realizada pelos estabelecimentos processadores registrados junto ao serviço oficial de inspeção. Assim sendo, pode ser interessante ajustar a estrutura de estabelecimentos processadores já instalados em Santa Catarina, especialmente aqueles próximos a áreas marinhas, para abrigar estruturas de depuração.

5.1 Disponibilidade de água marinha de boa qualidade

O objetivo da depuração é reduzir a contaminação dos animais disponibilizando aos mesmos um ambiente com água limpa e em condições adequadas para promover a filtração. Por isso, a disponibilidade de água do mar de boa qualidade é fundamental. Água proveniente de áreas marinhas poluídas não deve ser utilizada, pois nesse caso é possível que, ao invés de reduzir, o processo de depuração aumente a contaminação dos moluscos. Além disso, a composição da água do mar precisa ser adequada às necessidades das espécies de moluscos que serão depuradas e é recomendado que a água seja bastante transparente (tenha baixa turbidez) especialmente em estabelecimentos que trabalham com desinfecção por luz ultravioleta (falaremos mais sobre isso mais adiante).

Quando a água do mar natural disponível localmente não possui as características e a qualidade necessárias, ou quando o estabelecimento de depuração está distante do mar, pode ser usada água marinha artificial.

5.1.1 Água do mar natural

Em geral, a água do mar natural para uso em depuração deve ter as seguintes propriedades:

- Se NÃO for submetida à desinfecção antes do uso para depuração, a água deverá ser captada de áreas que atendam aos requisitos de produção de moluscos para consumo humano direto (Retirada Liberada);

- Se a água for submetida à desinfecção antes do uso, deverá ser retirada de áreas que atendam aos requisitos de produção de moluscos adequados para depuração (Retirada Liberada ou Liberada sob Condição);
- Estar livre de contaminantes químicos em concentrações que possam interferir na condição dos animais ou que possam ser acumulados pelos moluscos e causar prejuízos à saúde dos consumidores;
- Ser captada de uma área onde não esteja ocorrendo evento de floração de microalgas produtoras de toxinas (marés vermelhas);
- Ter uma salinidade entre 19 e 35 (dependendo da espécie a ser depurada e da salinidade da área de colheita); e
- Ter turbidez baixa (menor ou igual a 15NTU). A turbidez pode ser medida com um equipamento chamado turbidímetro.

Vale enfatizar que NÃO deve ser utilizada para depuração água de áreas interditadas para a colheita, seja por conta de problemas com poluição fecal, seja devido a produtos químicos ou toxinas produzidas por algas microscópicas.

5.1.2 Água marinha artificial

A água marinha artificial é preparada dissolvendo uma mistura de sais em água potável (atenção ao nível de cloro da água potável que pode ser tóxico aos animais). O uso de água marinha artificial pode ser conveniente no caso de instalações de depuração localizadas longe da costa ou onde a qualidade da água marinha local seja inadequada. É preciso, no entanto, considerar uma série de fatores antes de optar pelo seu uso. O custo de produção da água marinha artificial pode não ser viável, dependendo da situação. Além disso, a água marinha artificial pode não ser adequada para a depuração de todas as espécies de moluscos. Considerações mais detalhadas sobre o uso de água do mar artificial para depuração de moluscos podem ser encontradas no Apêndice 6 do documento da FAO (LEE et al., 2008) que baseia o presente Boletim Didático.

6 Processos para tratamento da água

Provavelmente será necessário realizar tratamento da água em estabelecimentos de depuração de moluscos e esse tratamento poderá ocorrer em diferentes etapas, dependendo do tipo de sistema adotado. Pode ser necessário tratamento no momento que a água é captada do mar, para aumentar a sua transparência ou para eliminar microrganismos que estejam presentes no local de captação; pode ser necessário o tratamento para a manutenção da qualidade da água dentro dos tanques de depuração ao longo do processo; ou o tratamento pode ser necessário para permitir a reutilização da água em unidades que têm essa necessidade (os diferentes sistemas serão discutidos com mais detalhes à frente). Nessa seção explicaremos os principais processos adotados para tratamento da água.

6.1 Processos para aumentar a transparência da água

6.1.1 Filtragem mecânica

Filtros mecânicos são utilizados para retirar material que esteja em suspensão na água. Eles funcionam como peneiras muito finas que retêm as partículas em suspensão, mas que permitem que a água passe, reduzindo assim a sua turbidez. Os filtros mecânicos podem ser feitos de diferentes materiais (areia, tecido de poliéster ou nylon, celulose, etc.), ter diferentes formatos (bolsas, cartuchos, câmaras, etc.) e mecanismos (filtros que utilizam água sob pressão, tambores rotativos, etc.). A filtragem pode envolver a integração de diferentes sistemas para atingir a transparência da água necessária e para reduzir as operações de manutenção e limpeza.

6.1.2 Decantação

A decantação é outra maneira de reduzir a quantidade de material em suspensão na água. Consiste em manter a água em um reservatório, ou fazer com que ela passe muito lentamente por ele, de maneira que o material em suspensão possa decantar, isto é, ir para o fundo do reservatório pela ação da gravidade. Períodos de 12 horas ou mais podem ser necessários para que partículas de tamanho grande e moderado se depositem no fundo. É importante que a água não seja perturbada durante a decantação, caso contrário o material depositado no fundo pode ressuspender. Esse método não funciona bem para partículas muito finas. Após o assentamento, a água deve ser retirada dos tanques de decantação por uma saída situada acima do fundo, para não perturbar o material assentado. Pela mesma razão, a vazão deve ser mantida relativamente baixa.

6.2 Processos para desinfecção da água

Os três principais métodos de desinfecção de água utilizados na depuração de moluscos são por meio de luz ultravioleta, de compostos à base de cloro e de ozônio.

6.2.1 Luz ultravioleta

O tratamento por meio de luz ultravioleta (UV) é um método amplamente utilizado para que a desinfecção da água do mar seja em pequenos ou grandes sistemas de depuração. O equipamento de desinfecção por UV é composto por tubos sobrepostos: um tubo externo (normalmente feito de plástico) e um tubo interno transparente, feito de quartzo, onde uma lâmpada UV fica alojada. A água é exposta e desinfetada pela luz UV quando passa pelo espaço entre os tubos externo e interno, onde a lâmpada UV está alojada.

A capacidade de desinfecção da luz UV dependerá da potência da lâmpada e do tempo que a água demora em passar pelo equipamento, ficando exposta à radiação¹¹. Por este motivo, é preciso dimensionar adequadamente o sistema de desinfecção por UV, selecionando um filtro com potência, comprimento e diâmetro adequados para o fluxo de água desejado, de forma a assegurar sua eficácia. Normalmente o fabricante do equipamento especificará a vazão máxima que pode ser usada no equipamento.

A dose de UV necessária para diferentes fins é normalmente descrita em $\text{mW}/\text{cm}^2/\text{s}$, isto é, a potência da lâmpada, dividida pela área interna do equipamento, dividida pelo tempo que a água ficará exposta à radiação. Uma dose mínima de $10\text{mW}/\text{cm}^2/\text{s}$ é indicada para uso em sistemas de recirculação.

A eficiência da radiação da luz UV diminui com o tempo de uso. Os fabricantes de lâmpadas UV normalmente especificam a vida útil, isto é, o tempo que a lâmpada pode ser usada e que ainda terá pelo menos 80% da eficiência original. Por esse motivo é importante que os estabelecimentos mantenham registros do tempo de uso das lâmpadas e providenciem a sua substituição ao fim da vida útil.

6.2.2 Compostos a base de cloro

O hipoclorito de sódio, substância também usada como desinfetante e como alvejante, é um tipo de composto à base de cloro utilizado para desinfecção de água em alguns centros de depuração. Para fins de depuração, normalmente é utilizada uma dose de 2 a 3mg de cloro livre para cada litro de água, sendo necessário um tempo de contato da água com essa substância de até uma hora. Para saber quanto de hipoclorito é preciso usar, é necessário saber qual a concentração de cloro na solução de hipoclorito.

¹¹ O comprimento de onda também é importante. Lâmpadas UV comumente empregadas em sistemas de depuração irradiam luz UV no comprimento de onda de 200 a 280nm; com máxima eficiência no pico de 254nm.

Antes do uso dessa água nos tanques de depuração, é necessário reduzir a quantidade de cloro livre na água para menos de 0,1mg por litro. Isso porque o cloro pode ser prejudicial aos moluscos, fazendo com que os mesmos reduzam sua atividade de filtração. O método mais utilizado para neutralizar o cloro é por meio da adição de tiosulfato de sódio. Para neutralizar o cloro de água marinha clorada a uma concentração de 3mg por litro, é necessária a adição de 5g deste componente para cada 1000 litros. O uso deste método requer planejamento, podendo envolver mais estrutura física, como tanques adicionais para a adição e a remoção do cloro da água.

6.2.3 Ozônio

O gás ozônio pode ser comprado em cilindros ou produzido por um gerador de ozônio. O ozônio é adicionado à água do mar com difusores, sendo muito eficaz na inativação de bactérias e vírus. No entanto, ele possui limitações. É uma forma relativamente cara de desinfecção e é um gás extremamente tóxico, sendo mais empregado em centros de depuração para grandes quantidades de moluscos, com protocolos de segurança bastante restritos.

Assim como na desinfecção com cloro, o uso deste método requer tanques adicionais para a adição e remoção do ozônio da água. O tempo de exposição é de cerca de dez minutos e a remoção é feita através da aeração da água. Níveis residuais de ozônio podem comprometer a capacidade de filtrar dos moluscos, reduzindo a eficácia do processo de depuração.

6.2.4 Comparação entre os métodos

Cada método de desinfecção da água possui vantagens e desvantagens que devem ser consideradas ao se projetar um sistema de depuração (Tabela 1). Os principais aspectos a serem considerados são: custo de implantação, custo operacional, eficiência, efeitos residuais e tempo de contato necessário.

Tabela 1. Comparação entre métodos de desinfecção de água

Operação/condição	Luz ultravioleta	Produtos à base de cloro	Ozônio
Custos de investimento	Baixo	Médio	Alto
Custos operacionais	O mais baixo	Baixo	Alto
Instalação	Simples	Complexa	Complexa
Facilidade de manutenção	Fácil	Moderada	Difícil
Custo de manutenção	Baixo	Médio	Alto
Desempenho	Excelente	Possível aumento	Não confiável
Necessidade de água transparente	Alta	Baixa	Média
Efeito virucida	Bom	Ruim	Bom
Riscos para os funcionários	Médio (olhos e pele)	Alto	Médio (oxidante)
Químicos tóxicos	Não	Sim	Sim
Efeito residual	Não	Sim	Sim
Efeito na água	Nenhum	Subprodutos tóxicos	Subprodutos tóxicos
Problemas operacionais	Baixo	Médio	Alto
Tempo de contato	1-5 segundos	30-60 minutos	10-20 minutos
Efeito nos moluscos	Nenhum	Irritante	Oxidante

Fonte: Adaptado de Lee, R., Lovatelli, A., Ababouch, L., 2008. Bivalve depuration: fundamental and practice aspects, FAO. Fisheries Technical Paper

6.3 Processo para redução de produtos tóxicos excretados pelos moluscos

Moluscos excretam um produto equivalente à urina dos humanos, que é chamado de amônia. Essa substância pode se acumular em sistemas de depuração que reaproveitam a água entre ciclos de depuração. Esse acúmulo não é desejável, uma vez que a amônia pode intoxicar os moluscos e afetar sua capacidade de filtragem e depuração. Para reduzir os níveis dessa substância, são usados filtros biológicos que podem ser descritos como tanques que contêm grande quantidade de substrato (por exemplo, pedaços de plástico) colonizado por bactérias específicas. Essas bactérias são capazes de transformar a amônia da água que passa

pelo filtro biológico em outras substâncias bem menos tóxicas, o que possibilita utilizar a água por mais tempo. É o mesmo princípio que permite que a água de aquários possa ser utilizada por longos períodos sem que a amônia seja um problema.

6.4 Processo para redução de proteína na água

Além das fezes, moluscos liberam muco rico em proteínas durante a sua atividade de filtração que pode se acumular na água ao longo do processo de depuração. Essas proteínas podem gerar espuma nos tanques, que em pequenas quantidades não chega a ser um problema. Porém, em sistemas em que a água é reutilizada, a proteína acumulada durante os ciclos de depuração pode se tornar um problema, gerando grandes quantidades de espuma e dificultando o processo de desinfecção da água. Para remover proteínas da água, podem ser utilizados equipamentos chamados de “*skimmer*”. Existem diferentes modelos desse equipamento, que possuem características principais em comum: a água flui através de uma câmara onde bolhas muito finas de ar são bombeadas. Ao passar pela água, as bolhas coletam proteínas e outras substâncias e as transportam para um compartimento coletor no topo do dispositivo, onde as bolhas se desfazem, resultando em um líquido que é removido do sistema.

6.5 Resfriamento da água

Em países de clima frio, é comum o uso de equipamentos tanto para aquecimento quanto para resfriamento de água que permitam mantê-la em temperaturas adequadas à depuração de moluscos. Em Santa Catarina, as temperaturas mais baixas das águas costeiras durante o inverno são bastante superiores aos valores mínimos indicados para a depuração de ostras (em torno de 10°C), por exemplo. Portanto, é provável que equipamentos para aquecimento de água não sejam necessários nas depuradoras catarinenses, mesmo no inverno. No entanto, a temperatura da água comumente ultrapassa os 18°C, que é o limite máximo indicado para a depuração de Ostras do Pacífico no Reino Unido. Temperaturas da água acima de 25°C também são comuns nessa região e esse valor é adotado como limite máximo para depuração dessa mesma espécie nos EUA. Assim sendo, provavelmente serão necessárias estruturas para resfriar a água, mantendo-a em temperaturas adequadas para depuração, especialmente durante os meses mais quentes do ano em Santa Catarina.

O resfriamento pode ser feito de diferentes formas, sendo comum o uso de equipamentos resfriadores de água, também conhecidos pelo termo em inglês *chillers*. Existem muitos modelos de equipamentos resfriadores com diferentes mecanismos de funcionamento e capacidades. Independente do modelo, é importante que sejam usados exclusivamente equipamentos preparados para uso com água salgada (as partes do equipamento que entram em contato com a água não devem conter materiais oxidáveis ou

que possam reagir com o sal marinho). Além disso, é importante que os resfriadores possuam termostato, isto é, um mecanismo que permita o controle automático da temperatura da água. Outra forma de resfriar a água dos tanques de depuração é utilizando equipamentos para controlar a temperatura do ar do edifício (ex.: equipamentos de ar-condicionado). Essa estratégia pode ser interessante para estabelecimentos com tanques de pequeno volume e normalmente é combinada com o uso de resfriadores de água.

O controle de temperatura envolve significativa parte dos investimentos em equipamentos, incluindo os custos com energia elétrica envolvidos no processo de depuração. Por esse motivo, é recomendável sempre contar com o apoio de um profissional capacitado para definir a melhor estratégia para a escolha e o dimensionamento dos equipamentos. O uso de equipamentos inadequados/mal dimensionados pode tornar o controle de temperatura ineficiente e encarecer ainda mais o processo de depuração de moluscos.

7 Estrutura necessária para a depuração

A estrutura necessária para a realização da depuração de moluscos envolve basicamente: uma edificação; tanques de depuração; equipamentos e tubulações que permitam a disponibilização de água limpa com fluxo contínuo durante todo o processo. Na prática, diferentes modelos e tamanhos de tanques podem ser utilizados, e a água limpa com fluxo constante pode ser obtida de muitas maneiras.

Assim sendo, diferentes tipos de sistemas de depuração são usados em todo o mundo. Eles envolvem desde pequenas unidades que trabalham com água marinha artificial, capazes de depurar pequenas quantidades de moluscos sem demandar estrutura de captação de água do mar, até grandes centros de depuração que funcionam com sistemas complexos de captação e tratamento de água. Nessa seção vamos descrever linhas gerais e exemplos de estruturas que podem compor centros de depuração.

7.1 Edificações

As recomendações e exigências legais relacionadas à construção de edificações para estabelecimentos processadores que trabalham com moluscos e que não realizam depuração são basicamente as mesmas previstas para aqueles que pretendem realizar a depuração. É possível conhecer essas exigências e outras recomendações no capítulo 4 do documento intitulado “Boletim Didático N° 95 – Comércio legal de moluscos bivalves” (SOUZA & PETCOV, 2013). Essas recomendações, de maneira geral, visam proporcionar as condições para que o processamento possa ser feito no interior do edifício de forma segura, evitando contaminações. No presente documento apresentaremos apenas detalhes relativos à depuração.

De acordo com a legislação brasileira, a depuração é uma das etapas do processamento dos moluscos que deve ser realizada na área limpa, isto é, na área interna das edificações de um estabelecimento processador de moluscos. Na prática, somente os tanques de depuração e as tubulações que levam a água até esses tanques é que serão posicionados na área limpa do estabelecimento. Estruturas para captação e tratamento de água comumente se localizam em anexos, nas áreas externas.

Como regra geral, estabelecimentos processadores possuem um fluxo de trabalho setorizado, que organiza as etapas envolvidas desde a recepção dos moluscos que chegam das fazendas marinhas, até a expedição do produto final devidamente embalado e rotulado. A etapa de depuração será prevista como uma etapa desse fluxo, e os tanques de depuração serão posicionados dentro das edificações seguindo a lógica desse fluxo.

É importante notar que, tanto para estabelecimentos processadores novos, quanto no caso de estabelecimentos processadores já existentes e que pretendem ajustar sua estrutura para realizar a depuração, o projeto e a realização das construções ou ajustes nas

edificações existentes devem ser feitos mediante autorização e acompanhamento do serviço de inspeção.

7.2 Estruturas para obtenção de água marinha e tratamento inicial

Estabelecimentos que utilizam água marinha natural devem contar com estruturas para captação (retirada da água do mar), bombeamento e armazenamento (dependendo do projeto) (Figura 17). Se captação for feita de um local onde a água tem transparência e qualidade excelentes, estruturas para tratamento de água podem não ser necessárias. Já em locais onde a água não tem essas características, será necessário instalar equipamentos para filtragem e/ou decantação do material em suspensão, além de tratamento para desinfecção da água. Quando utilizados, os filtros mecânicos devem ser posicionados antes do sistema de desinfecção da água.



Figura 17. Exemplos de estruturas e equipamentos usados para a captação, tratamento e distribuição de água. Da esquerda para a direita: bombas hidráulicas; sistema de filtragem e equipamento de desinfecção de água por luz ultravioleta; encanamento para distribuição de água para tanques de depuração

Antes de decidir sobre quais estruturas de captação de água serão necessárias em cada caso, é recomendado que um projeto seja desenvolvido por profissional habilitado. O projeto deve levar em conta o volume de água que será necessário para atender ao empreendimento, além das características da água e do local escolhido. Isso permitirá a escolha do tipo mais adequado de captação de água, o dimensionamento adequado de tubulação e de bombas hidráulicas, e a escolha dos métodos mais apropriados para

tratamento da água captada. Na Figura 18 é ilustrado um esquema de captação de água, envolvendo ponteira para tomada de água, bomba hidráulica, filtro mecânico para aumentar a transparência da água, e uma bateria de filtros de luz ultravioleta para desinfecção.

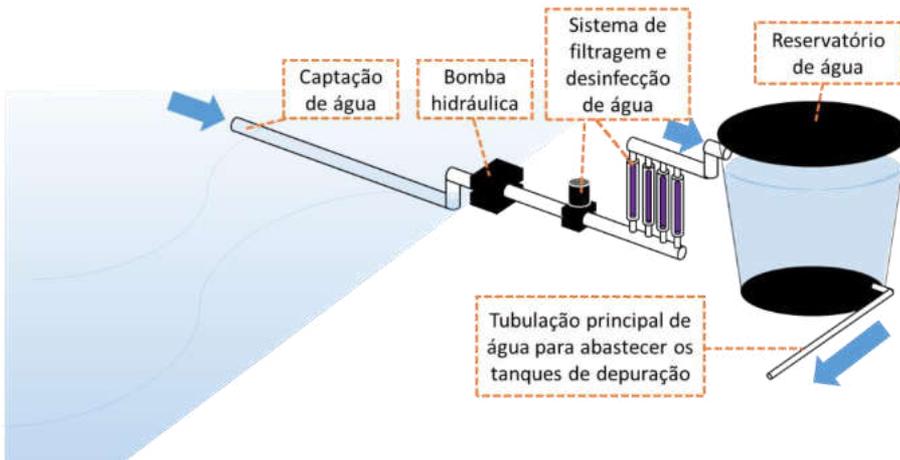


Figura 18 Esquema simplificado ilustrando estruturas usadas para captação, tratamento e distribuição de água em um centro de depuração

Estabelecimentos que usam água artificial demandam estrutura física bem mais simples, envolvendo basicamente tubulação para suprimento de água potável e local para armazenagem da mistura de sais.

7.3 Estruturas para manutenção da qualidade da água marinha durante a depuração

Após a captação, o tratamento e a distribuição da água até os tanques de depuração, é possível trabalhar com diferentes sistemas: fluxo de água aberto, fluxo fechado e fluxo fechado com reaproveitamento de água entre ciclos de depuração.

Nos sistemas de fluxo aberto, a água passa somente uma vez pelos moluscos, sendo descartada quando sai dos tanques de depuração (Figura 19). Nesse caso a estrutura necessária para a manutenção da qualidade da água será mais simples, uma vez que não há reaproveitamento de água. No entanto, o sistema deve ser preparado para proporcionar um fluxo bastante grande de água, já que a demanda é maior que nos sistemas que reaproveitam a água. Nesse sistema o processo de resfriamento e controle da temperatura da água tende a ser mais caro e difícil do que nos sistemas que serão descritos a seguir. Além disso, dependendo das condições locais, podem ser necessários grandes reservatórios de água para suprir a demanda dos tanques de depuração em caso de problemas momentâneos com a

captação de água do mar (marés demasiadamente baixas, ressacas e problemas com a ponteira de captação).

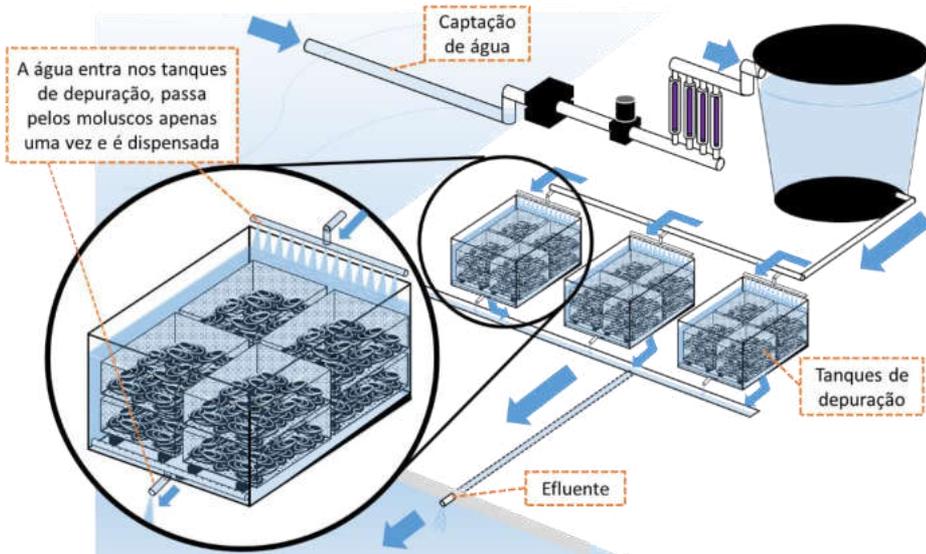


Figura 19. Esquema simplificado de sistema de depuração de fluxo de água aberto

Já no sistema de fluxo fechado, os tanques são preenchidos com água no início do processo e existem estruturas (encanamento e equipamento como bombas e equipamentos de desinfecção de água) que permitem que a água que sai dos tanques de depuração seja bombeada, desinfetada e retorne aos tanques pela entrada de água (Figura 20). Assim sendo, a mesma água que abasteceu inicialmente os tanques circula durante todo o período de depuração, sendo descartada somente ao fim do processo, quando os moluscos são retirados. Nesse sistema são necessários equipamentos para a desinfecção da água circulante, sendo comum o uso de luz UV para esse fim. Usualmente são utilizados uma bomba e um equipamento para desinfecção da água para cada sistema de depuração, sendo que um sistema pode ser um único tanque ou uma bateria de tanques conectados (que devem ser carregados e descarregados ao mesmo tempo). Filtros mecânicos normalmente não são usados nesse tipo de sistema, isso porque bactérias e outros microrganismos podem crescer no material retido pelos filtros, tornando-se uma fonte potencial de contaminação para o próximo lote de moluscos. No entanto, um filtro de tela grossa é instalado na bomba no lado da sucção para impedir que pedaços de concha entrem na bomba e causem danos. É importante fazer a limpeza periódica dessa tela de forma a não atrapalhar o fluxo de água.

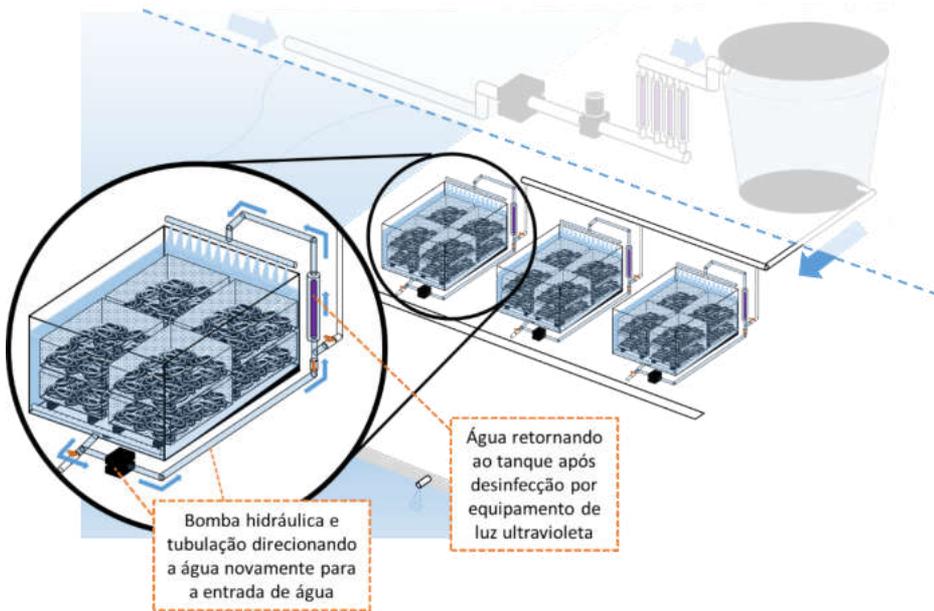


Figura 20. Esquema simplificado de sistema depuração de fluxo de água fechado que utiliza um equipamento de luz ultravioleta para desinfetar a água recirculante

Existem ainda sistemas de fluxo fechado que reutilizam a água por mais de um ciclo de depuração, isto é, a maior parte da água não é descartada ao fim do ciclo como no sistema anterior. Esses sistemas são permitidos em alguns países, em locais onde a água do mar de boa qualidade não está disponível, ou onde o clima adverso ou as marés limitam a disponibilidade de água do mar de boa qualidade. No entanto, a eficácia da depuração geralmente diminui com a reutilização da água e, portanto, esses sistemas não são recomendados, não sendo permitidos em muitos países.

Para isso, é necessário um sistema mais complexo e que demanda maiores cuidados com a qualidade de água. Além da estrutura já apresentada anteriormente para a recirculação de água, pode ser necessária estrutura para armazenamento e tratamento da água para redução dos níveis de amônia e de proteína, com equipamentos como filtro biológico e *skimmer*.

7.4 Estruturas e equipamentos para depuração

7.4.1 Tanques de depuração

Tanques de depuração podem ser feitos de diferentes materiais, como aço inox, fibra de vidro, plástico de diferentes tipos, concreto revestido com resina epóxi, etc. A escolha

do material deve levar em consideração fatores como o preço, a facilidade de limpeza, a resistência e a capacidade de isolamento térmico, que pode facilitar a manutenção da temperatura da água.

Recomenda-se que o comprimento dos tanques não seja maior do que três vezes a sua largura, para que um fluxo uniforme de água possa ser mantido sem a presença de “zonas mortas” (zonas sem fluxo de água). Além disso, o fundo do tanque deve ter uma inclinação de 1:100 (ex.: decair um centímetro a cada 100 centímetros, ou um metro) ou superior em direção ao ponto de drenagem principal, para ajudar na retirada do material depositado ao fim do ciclo de depuração. Os tanques devem ter um dreno principal de grande diâmetro no fundo do tanque para a lavagem final, após o ciclo de depuração, e podem ter um segundo dreno, menor e pouco distante do fundo, onde é fixada a barra de drenagem (Figura 21).

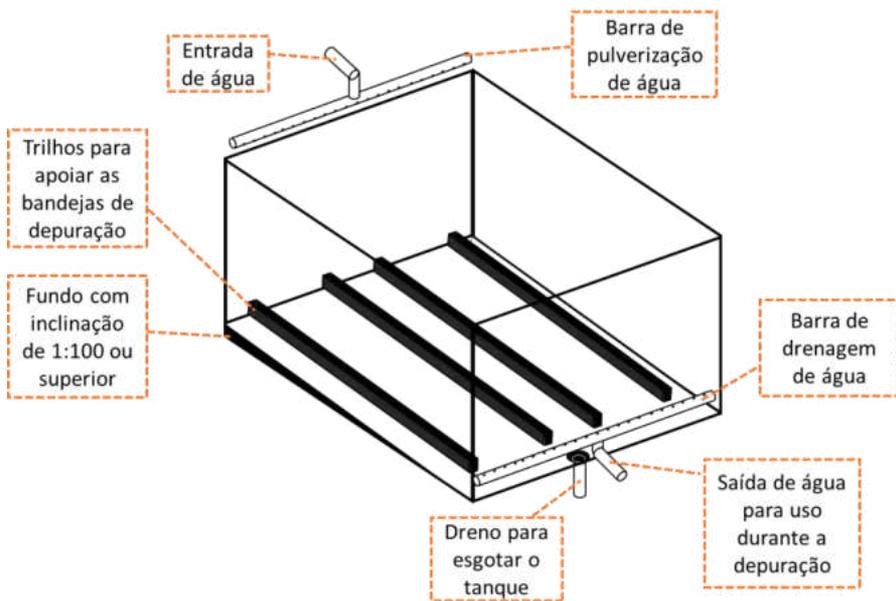


Figura 21. Características e estruturas que compõem um tanque de depuração

No fundo do tanque de depuração são posicionados suportes, como estrados ou trilhos de pelo menos 2,5cm de altura, sobre os quais são posicionadas caixas vazadas empilháveis contendo moluscos. Tanques rasos podem ser mais fáceis de manejar, porém tanques mais profundos com mais caixas empilhadas aumentam a capacidade dos mesmos, sem aumentar a quantidade de área necessária.

7.4.2 Barra de pulverização, barreira de dispersão de fluxo e barra de drenagem

A barra de pulverização é uma barra de cano com uma linha de furos em toda a sua extensão que tem por objetivo distribuir a entrada de água por toda a largura do tanque de depuração. Além disso, ela funciona como uma forma de aumentar os níveis de oxigênio dissolvido na água, por meio da agitação promovida entre os jatos de água e a superfície da água do tanque. Já a barra de drenagem é uma barra de cano com uma linha de furos em toda a sua extensão, similar à barra de pulverização, que tem por objetivo drenar a água de toda a largura do tanque de depuração (Figura 22).

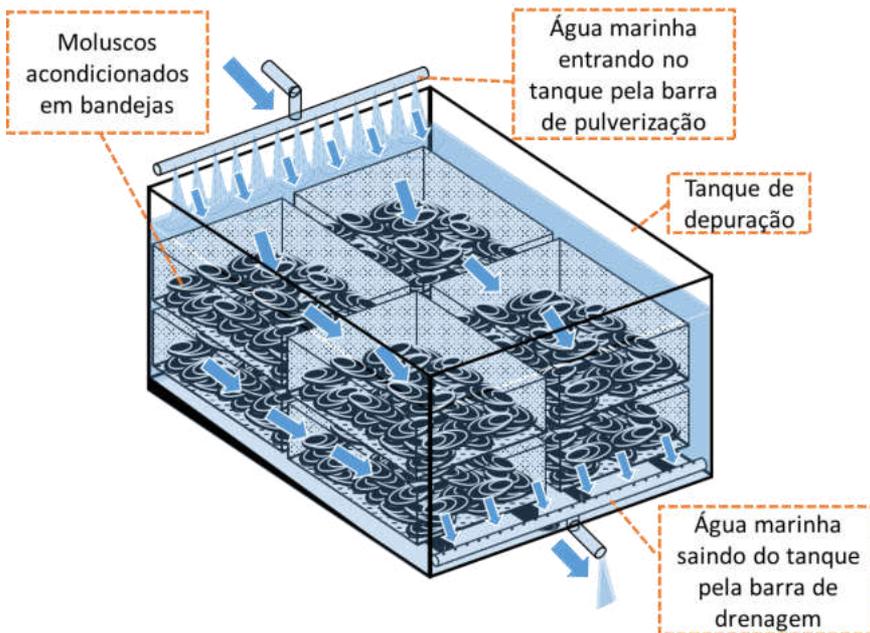


Figura 22. Representação de um sistema de depuração de moluscos mostrando que a entrada de água no tanque é distribuída pela barra de pulverização e a saída da água ocorre por diferentes pontos do tanque por meio da barra de drenagem

Outro instrumento utilizado para distribuir o fluxo de água em tanques de maior volume é a barreira de dispersão de fluxo (Figura 23), que é uma lâmina que pode ser fabricada de diferentes materiais (fibra de vidro, acrílico, material plástico, etc.) com furos distribuídos em toda a sua superfície. Essa estrutura é instalada verticalmente logo à frente da entrada de água de forma a distribuir a água por todo o tanque, promovendo um fluxo uniforme de água. Além disso, essa barreira reduz a turbulência da água que entra no tanque pela barra de pulverização e que pode ressuspender as fezes de moluscos depositadas no

fundo do tanque. Uma segunda barreira de dispersão pode ser instalada na porção final do tanque, antes da drenagem, fazendo com que a drenagem ocorra também de forma distribuída.

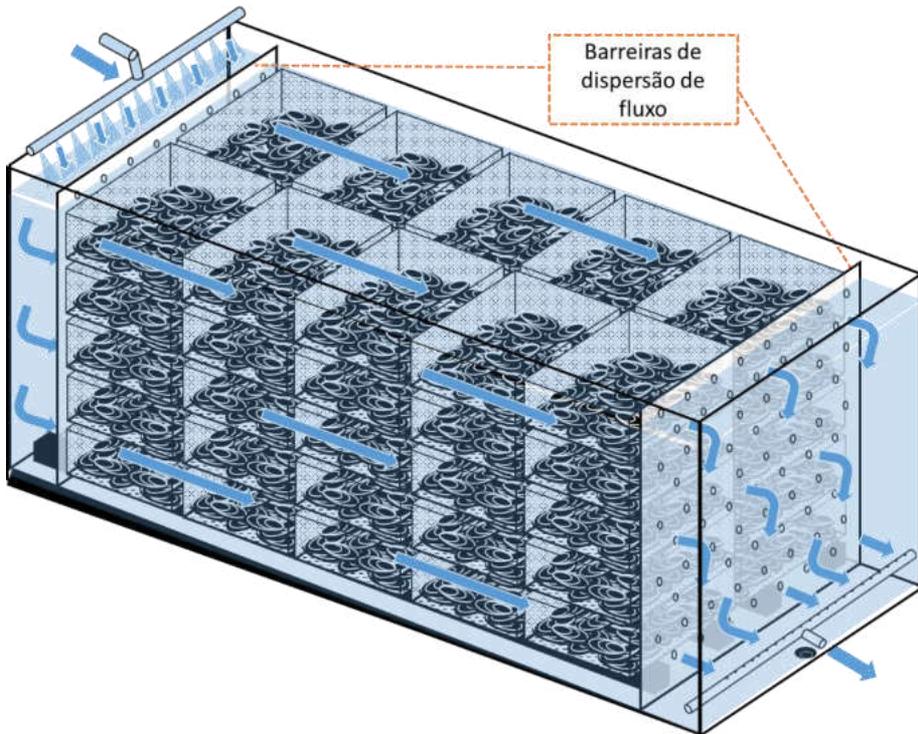


Figura 23. Barreiras de dispersão de fluxo instaladas em um tanque de depuração de média escala

7.4.3 Caixas vazadas empilháveis

Moluscos não devem permanecer amontoados em grandes camadas durante a depuração, uma vez que os que estão mais embaixo teriam dificuldade para abrir suas conchas e realizar a filtração. O objetivo do uso de caixas vazadas empilháveis é justamente aumentar a capacidade dos tanques de depuração, evitando que os moluscos fiquem amontoados. Por esse motivo essas caixas devem ser rasas e preparadas para ser empilhadas, normalmente feitas de plástico com superfícies gradeadas de forma que possibilitem um fluxo livre de água através de toda a camada de moluscos. É fundamental que o fundo das caixas também seja gradeado impedindo que as fezes fiquem depositadas. O tamanho da caixa usada dependerá do tipo e do arranjo das mesmas dentro do tanque. Caixas comumente utilizadas no Reino Unido possuem 60x40x18cm. Na Figura 24 é mostrada uma

caixa plástica disponível no mercado brasileiro com características semelhantes às mencionadas, que são utilizadas e recomendadas no exterior.



Figura 24. Caixa plástica rasa disponível no mercado nacional que possui dimensões similares àquelas utilizadas no Reino Unido

8 Exemplo de operação de um sistema de depuração de fluxo fechado

Nessa seção é descrito um exemplo de operação de um sistema de depuração¹² de fluxo fechado.

8.1 Carregando o tanque

Após limpeza e seleção para a retirada de animais mortos ou com conchas danificadas, os moluscos devem ser posicionados nas caixas vazadas empilháveis (Figura 25). O carregamento do tanque com as caixas contendo os moluscos deve acontecer antes de a água ser introduzida. Isso evita que a água seja contaminada pelos operários durante o carregamento. Além disso, os tanques vazios facilitam o empilhamento correto das caixas vazadas sobre os trilhos ou estrados (Figura 26).

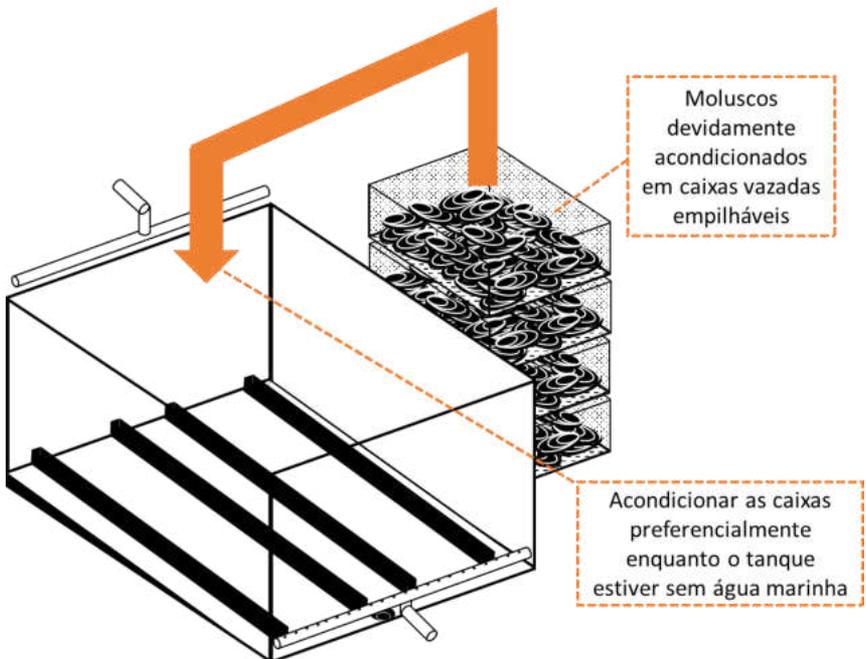


Figura 25. As caixas vazadas contendo os moluscos devem ser posicionadas dentro do tanque, sobre os trilhos ou estrados, antes do seu preenchimento com água marinha

¹² O sistema utilizado no exemplo é similar aos tanques rasos de pequena escala descritos no próximo capítulo.

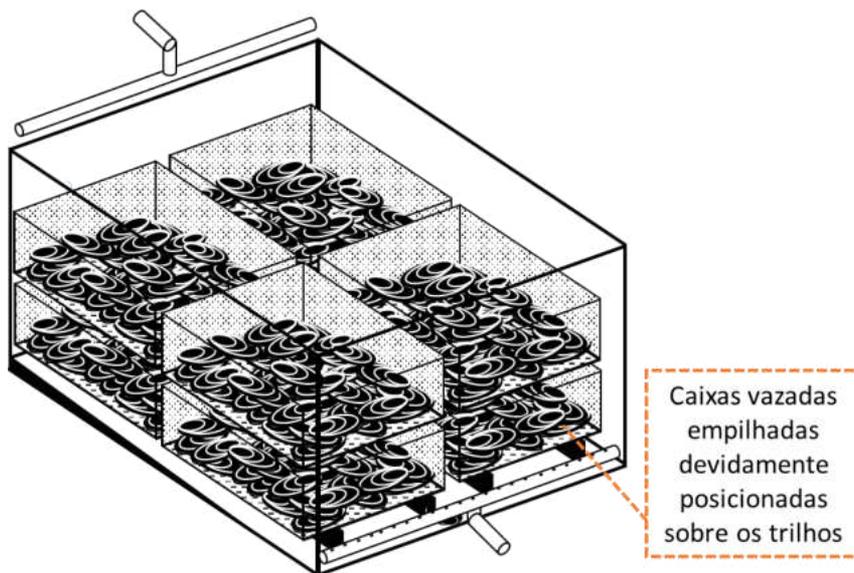


Figura 26. Tanque carregado com as caixas vazadas contendo os moluscos, pronto para ser preenchido com água marinha

8.2 Preenchendo o sistema com água

Normalmente os sistemas de depuração possuem registros em diferentes posições que permitem manejar a água fazendo a abertura ou o fechamento dos mesmos. A Figura 27 mostra como deve ser a configuração dos registros para permitir o enchimento do sistema com água. Se a desinfecção por UV for utilizada, a água que vai preencher o sistema deve passar pelo equipamento de UV antes de entrar no tanque (Figura 27). O tanque deve ser preenchido até que o nível da água permita cobrir todos os moluscos e ultrapasse um pouco esse limite, uma vez que a altura da camada superior de moluscos deve aumentar um pouco assim que os moluscos se abrirem e começarem a filtrar.

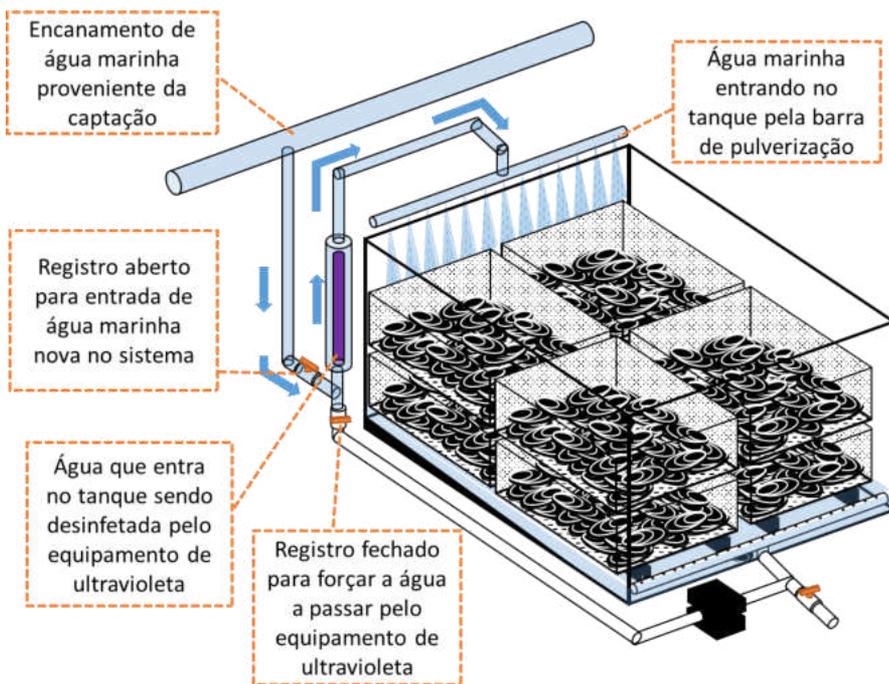


Figura 27. Enchimento do tanque com água marinha

Uma vez que o tanque esteja devidamente abastecido, o registro de entrada de água proveniente da captação (água nova) deve ser fechado e deve ser aberto o registro que permite que a água que sai do tanque pela barra de drenagem retorne, passando pelo equipamento de UV. Após isso, a bomba hidráulica deve ser ligada, iniciando a circulação de água, que deve permanecer assim até o fim do ciclo de depuração (Figura 28). É importante lembrar que, uma vez que o tanque de depuração for carregado com um lote de moluscos e abastecido com água, ele não deve mais ser mexido, para colocação ou retirada de animais, por exemplo, até o encerramento do período de depuração.

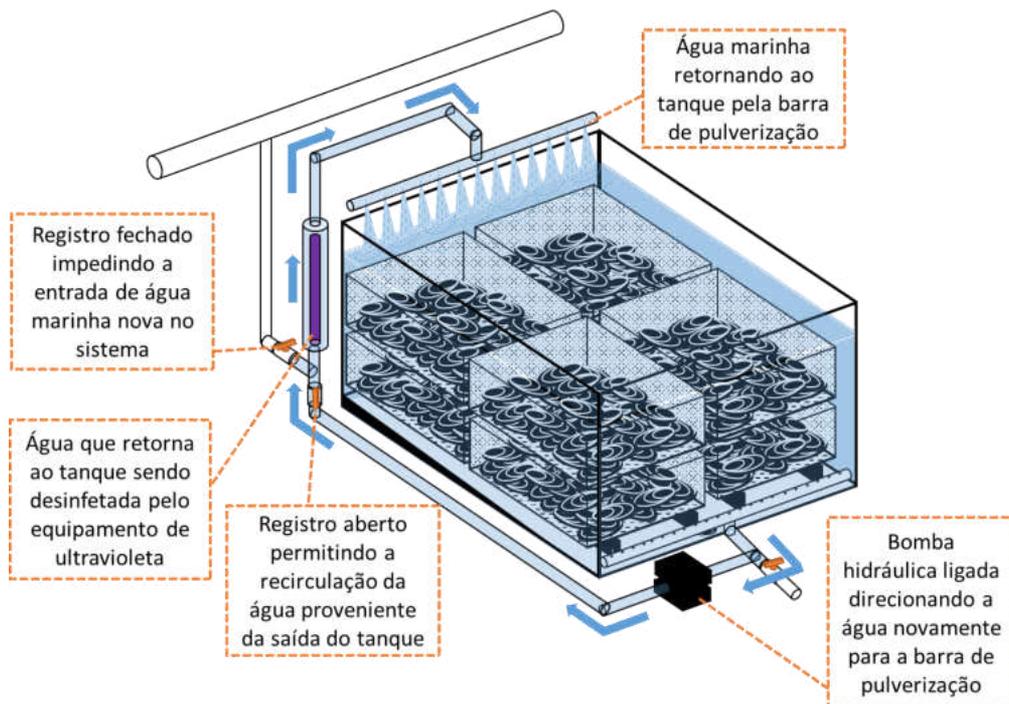


Figura 28. Sistema de depuração recirculando a água por força de uma bomba hidráulica que força a água a passar e ser desinfetada pelo equipamento de UV, antes de retornar ao tanque pela barra de pulverização

8.3 Monitoramento do processo

É preciso que o estabelecimento processador se certifique que as condições da água e de funcionamento do sistema estejam adequadas durante todo o processo de depuração. Para isso é preciso monitorar, isto é, medir alguns parâmetros utilizando equipamentos específicos. Parâmetros importantes que devem ser monitorados são a salinidade, a temperatura e o fluxo da água. A salinidade da água deve ser verificada e ajustada, se necessário, antes que a água entre nos tanques, pois ela tende a variar pouco durante o processo de depuração. Já a temperatura da água e o fluxo de água devem ser medidos pelo menos três vezes durante cada ciclo de depuração: no início, no meio e no final. Se qualquer um desses parâmetros não estiver dentro dos limites estipulados (definidos nos programas de autocontrole), a recomendação é que o referido parâmetro seja ajustado e o início do tempo de depuração deve passar a ser contado a partir do momento da regularização das condições da água.

8.4 Drenando o tanque

Ao fim do período de depuração é feita a drenagem do tanque. Deve ser dada especial atenção a esse procedimento de forma que o material assentado no fundo do tanque não seja ressuspensionado. Em sistemas que reaproveitam a água, a drenagem pode ser feita em duas etapas. A drenagem inicial reduz o nível de água do tanque até impedir o contato dos moluscos depurados com o material assentado no fundo do tanque e possibilitar a retirada das caixas vazadas contendo os moluscos (Figura 29). Essa é a porção da água que seria reutilizada em sistemas que fazem reuso da água entre ciclos.

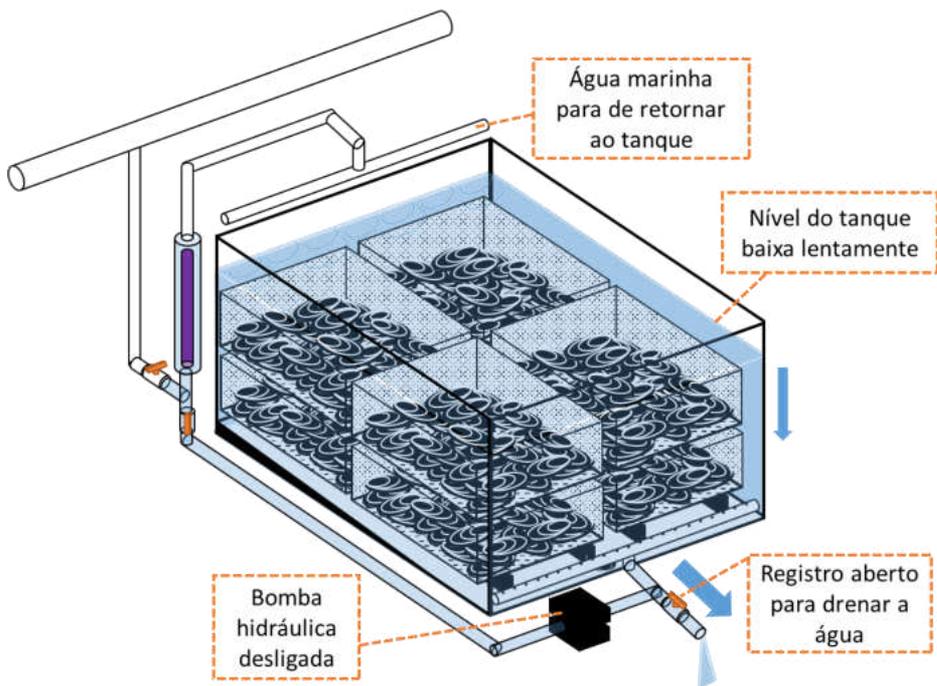


Figura 29. Início do processo de drenagem do tanque por meio do desligamento da bomba hidráulica e da abertura do registro que permite o descarte da água drenada pela barra de sucção

Recomenda-se que essa drenagem seja feita em velocidade similar àquela do fluxo da água adotado durante o processo de depuração pela barra de sucção. Para isso, a bomba hidráulica deve ser desligada e deve ser aberto o registro que permite o descarte da água drenada pela barra de sucção (Figura 30). Uma vez que a água do tanque não esteja mais em contato com os moluscos, os mesmos podem ser retirados do tanque.

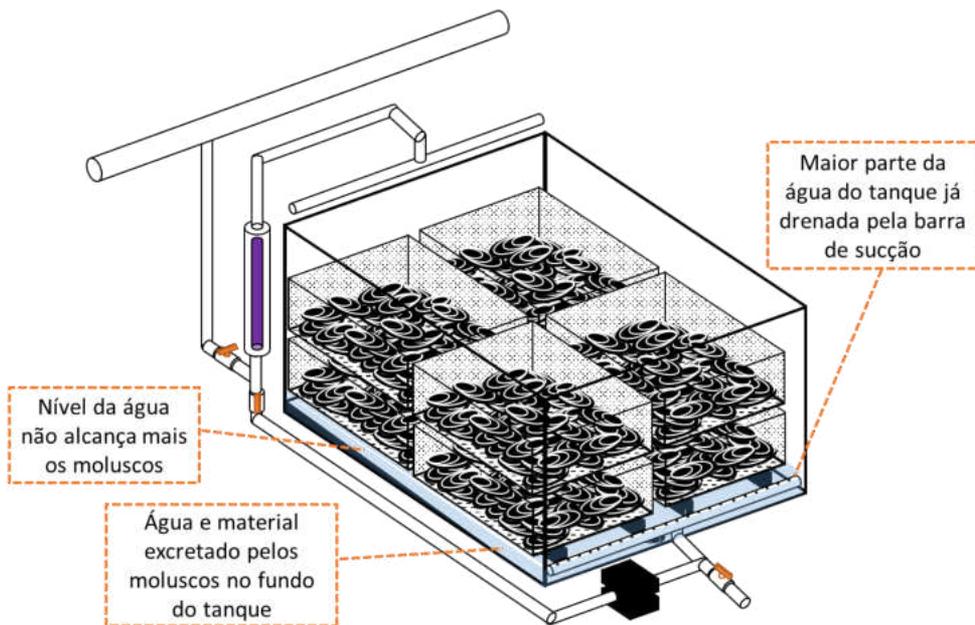


Figura 30. Tanque com a drenagem inicial finalizada, sendo que os moluscos não têm mais contato com a água que fica acumulada no fundo do tanque e podem ser descarregados sem o risco de fazer contato com o material acumulado no fundo do tanque

Em sistemas em que a água não é reaproveitada entre ciclos de depuração, a drenagem pode ser feita em uma única etapa utilizando o dreno principal do tanque, localizado no fundo dele. Nesse caso deve-se ter o mesmo cuidado de abrir esse dreno de forma que o fluxo de saída seja similar ao fluxo de água adotado durante a depuração.

8.5 Descarregando o tanque

Uma vez que a água tenha sido drenada até um nível que não esteja em contato com os moluscos, pode ser realizado o descarregamento do tanque (Figura 31). A limpeza completa do sistema de depuração entre lotes de moluscos só deve ser feita depois da retirada dos moluscos do tanque.

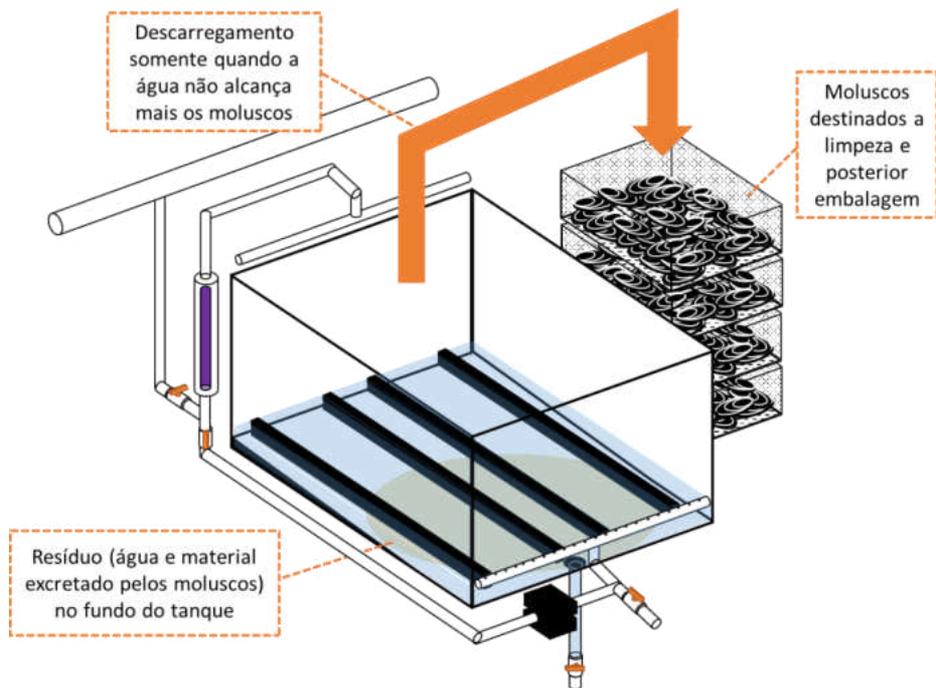


Figura 31. Descarregamento do tanque após a drenagem da água até um nível que não permita mais o seu contato com os moluscos

8.6 Limpeza dos moluscos e preparação para embalagem

Ao fim do processo de depuração, os moluscos devem ser lavados com água potável ou água do mar limpa, a fim de remover sujidades, como fezes que tenham ficado aderidas às conchas dos animais. Esta operação deve ocorrer em uma superfície gradeada com drenagem constante, sendo que em nenhum momento os moluscos devem ser imersos na água de lavagem. No caso específico de mexilhões, eles podem se fixar uns aos outros durante o período de depuração e pode ser necessário desagregar mecanicamente os animais ao fim do processo de depuração, antes de serem embalados.

8.7 Embalagem e rotulagem

Uma vez que estejam depurados e limpos, os moluscos podem ser encaminhados para a embalagem. Embalagens utilizadas em outros países para moluscos depurados variam, podendo ser redes de malha, bandejas com ou sem tampa ou sacos plásticos (Figura 32). É importante que a embalagem evite o contato dos moluscos com líquidos perdidos durante o armazenamento. As ostras são geralmente embaladas com sua concha côncava para baixo.



Figura 32. Exemplos de embalagens de moluscos vivos utilizadas em outros países

O rótulo dos produtos deve atender à legislação específica e ser previamente aprovado pelo serviço de inspeção. No rótulo constará, entre outras informações, o número do registro do estabelecimento processador junto ao serviço oficial de inspeção, a espécie dos moluscos, o volume da embalagem, prazo de validade e dados que permitam a rastreabilidade do lote. Uma vez embalados e rotulados, os moluscos devem ser mantidos devidamente acondicionados em uma área refrigerada, até a expedição do produto.

8.8 Limpeza do tanque

Após a retirada dos moluscos, o tanque de depuração deve ser completamente drenado utilizando o dreno principal (Figura 33) e seu interior deve ser lavado com solução de limpeza apropriada¹³, recomendada pelo serviço de inspeção. Resíduos do agente de limpeza devem ser eliminados cuidadosamente utilizando água potável ou água do mar limpa, e toda a água de enxágue deve ser drenada antes que o tanque seja usado para um novo ciclo de depuração. O encanamento também deve ser periodicamente lavado, seguindo

¹³ Soluções de hipoclorito de sódio são frequentemente usadas para esse fim em outros países

a lógica do uso da solução de limpeza e do enxágue com água potável ou água do mar limpa antes de um novo ciclo de depuração.

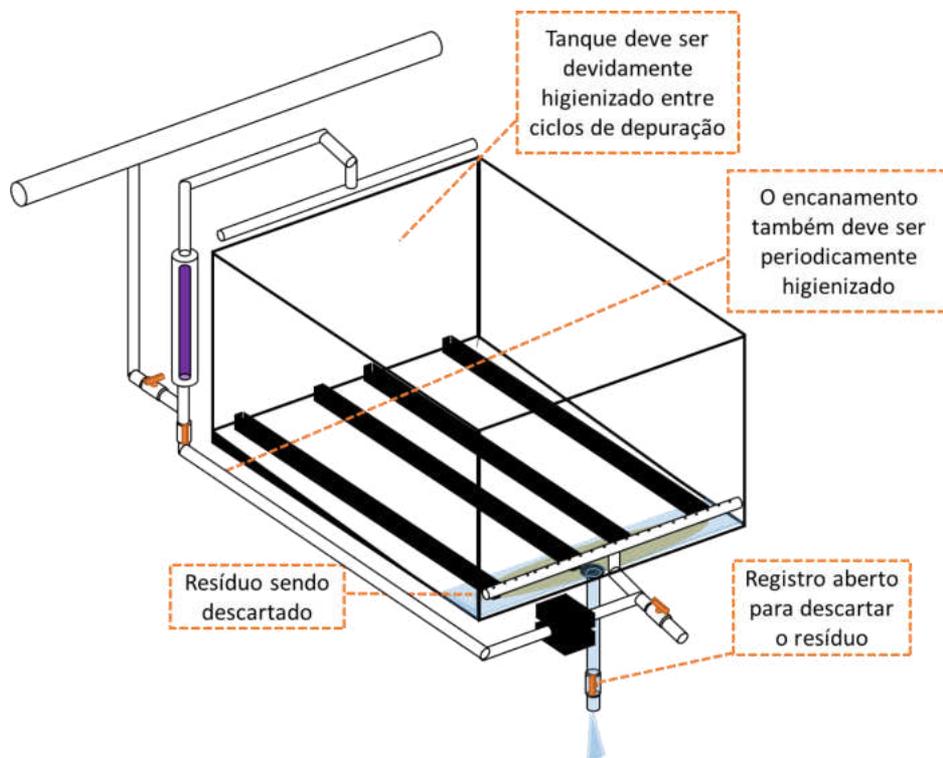


Figura 33. Tanque sendo completamente drenado utilizando o dreno principal que fica no fundo do tanque, de forma que possa ser lavado e preparado para um novo ciclo de depuração

9 Modelos-padrão de depuradoras adotados no Reino Unido

Uma organização não governamental que atua em parceria com a indústria de pescados no Reino Unido¹⁴ elaborou modelos-padrão de depuradoras. Esses modelos adotam especificações que atendem as recomendações técnicas internacionais, e foram testados extensivamente em uma grande variedade de condições. Como são projetos que já foram testados e estão previamente aprovados, quando um estabelecimento de depuração opta por utilizar um desses modelos-padrão, acaba sendo submetido a um processo simplificado de validação das depuradoras, que é menos demorado e menos oneroso.

Como no Brasil até o momento não existe essa estratégia de modelos-padrão de depuradoras, descrevemos a seguir os modelos-padrão utilizados no Reino Unido para caracterizar especialmente as dimensões e a capacidade das depuradoras utilizadas naquele país, como uma referência. Serão descritos três modelos aprovados para a depuração tanto de ostras como mexilhões: Tanques rasos de pequena escala; Sistema multicamadas de média e grande escala; e Sistema vertical de cascata (Figura 34).

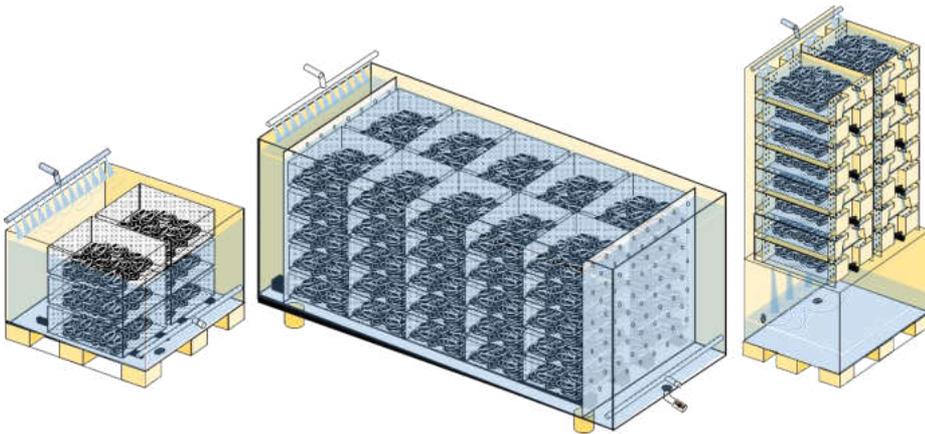


Figura 34. Ilustrações dos modelos-padrão de depuradoras utilizados no Reino Unido. Da esquerda para a direita: Tanques rasos de pequena escala; Sistema multicamadas de média escala; e Sistema vertical de cascata

14 Seafish: <https://www.seafish.org/>

9.1 Tanques rasos de pequena escala

Esses sistemas de pequena escala são montados utilizando uma caixa-pallet na função de tanque de depuração. Caixas-pallet são caixas plásticas empilháveis utilizadas na indústria de alimentos. A caixa-pallet de plástico utilizada tem capacidade para 650 litros e acomoda seis caixas vazadas de plástico como aquela ilustrada na Figura 24. As caixas vazadas são empilhadas dentro dos tanques em duas colunas com três caixas de altura, sobre trilhos feitos de tubos de PVC que as mantêm afastadas do fundo do tanque (Figura 35).

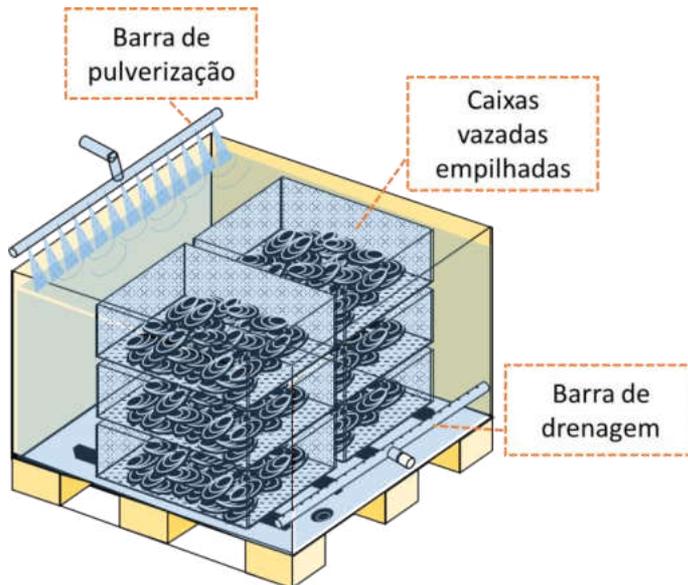


Figura 35. Esquema ilustrando um tanque raso de pequena escala

Nos tanques rasos de pequena escala, a estrutura para a recirculação e tratamento da água durante a depuração consiste em uma barra de sucção, uma bomba de água, uma válvula de controle de fluxo, um esterilizador UV de 25 watts, um medidor de vazão, uma barra de pulverização e tubulação para conectar esses componentes (Figura 36). Conexões de PVC em 'T' de ambos os lados da bomba hidráulica permitem o enchimento e o esvaziamento do tanque com água do mar. A barra de sucção fica acoplada a um dreno que fica distante do fundo. Além disso, existe um dreno principal no fundo do tanque que é utilizado para a drenagem e a limpeza finais. Quando totalmente carregado, o sistema tem capacidade para acomodar 63 dúzias de ostras ou 90kg de mexilhões, e requer 550 litros de água do mar.

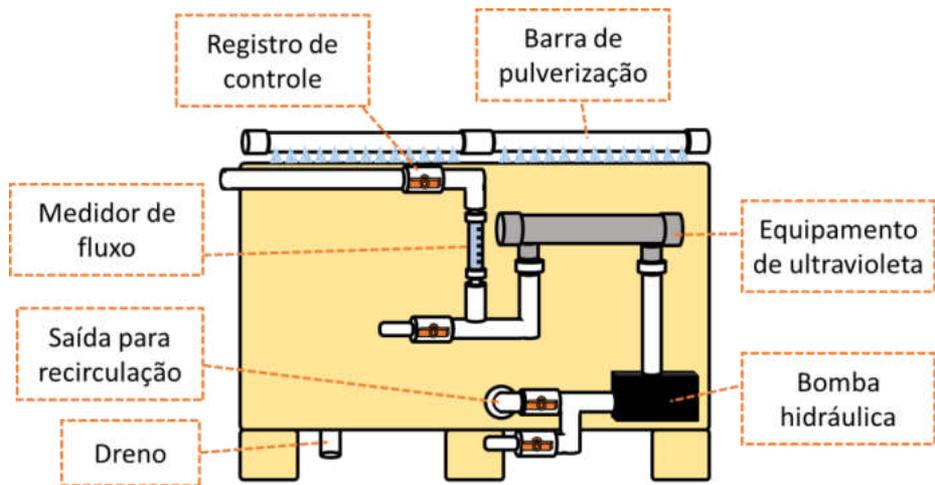


Figura 36. Esquema ilustrando a estrutura para recirculação e tratamento de água durante a depuração nos sistemas de Tanques Rasos de Pequena Escala

9.2 Sistema Multicamadas de média e grande escala

Existem modelos-padrão de sistemas multicamadas de média e de grande escala no Reino Unido. Os sistemas de média escala utilizam tanques feitos de fibra de vidro ou aço inoxidável com volume de 2.600 litros. Nesses sistemas, os moluscos são mantidos em pilhas contendo cinco caixas vazadas, totalizando 50 caixas (Figura 37). Já os sistemas de grande escala são fabricados exclusivamente em aço inoxidável, com volume de 9.200 litros e podem acomodar 100 caixas empilháveis de moluscos.

A estrutura para a recirculação de água nos sistemas multicamadas de média e grande escala é bastante similar àquela dos tanques rasos de pequena escala, porém os equipamentos e dimensões são ajustados a um maior volume de água. Consiste em uma barra de sucção, uma bomba de água, uma válvula de controle de fluxo, esterilizadores UV, um medidor de vazão, uma barra de pulverização e tubulação para conectar esses componentes. Além disso, é necessário o uso de barreiras de distribuição de fluxo para permitir uma renovação de água uniforme em todo o volume do tanque, já que o volume do tanque é maior. Uma das barreiras é instalada logo após a entrada de água e outra antes da saída de água do tanque. Conexões de PVC em 'T' de ambos os lados da bomba permitem o enchimento e o esvaziamento com água do mar. A barra de sucção fica acoplada a um dreno que fica distante do fundo. Além disso, existe um dreno principal no fundo do tanque que é utilizado para a drenagem e limpeza finais.

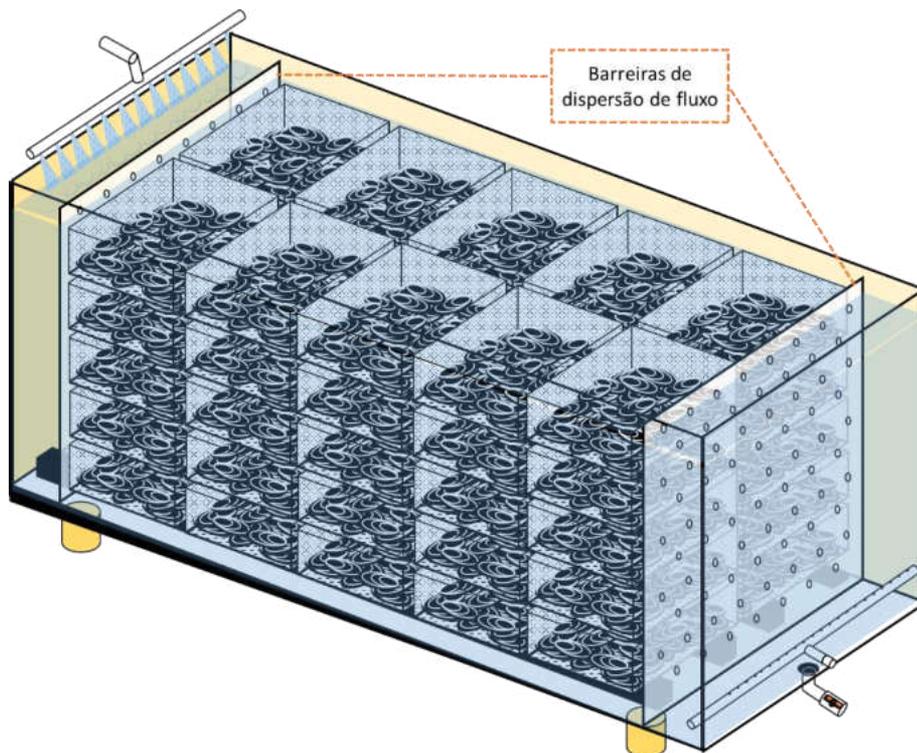


Figura 37. Esquema ilustrando um Sistema Multicamadas de Média Escala

Esse sistema utiliza um conjunto de esterilizadores UV de menor tamanho (Ex.: 30 watts) ou um equipamento industrial com capacidade que atenda ao fluxo do tanque. Quando totalmente carregado, o sistema de média escala tem uma capacidade de 521 dúzias de ostras ou 750kg de mexilhões e o de larga escala acomoda 1.000 dúzias de ostras ou 1.500kg de mexilhões.

9.3 Sistema vertical de cascata

Esse sistema utiliza bandejas específicas que até o presente momento não estão disponíveis no mercado brasileiro. Incluímos esse modelo neste documento para exemplificar uma possibilidade um pouco diferente das anteriores, que pode ser interessante para estabelecimentos processadores que possuem áreas internas pequenas, e que precisam depurar volumes de moluscos maiores do que os comportados pelo sistema raso de pequena escala.

No sistema vertical de cascata, as bandejas plásticas específicas são encaixadas em uma estrutura de aço inoxidável, como se fossem gavetas de uma estante, apoiada sobre uma caixa-pallet com capacidade para 650 litros (similar àquela utilizada no sistema raso de

pequena escala). A caixa-pallet serve de reservatório de água do sistema. A estrutura suporta um total de dezesseis bandejas em duas pilhas verticais. O sistema tem capacidade para 167 dúzias de ostras ou 300kg de mexilhões.

A água do mar é bombeada do reservatório até uma extremidade da bandeja superior de cada pilha. A água flui ao longo da bandeja e, ao atingir o lado oposto, cai na bandeja localizada imediatamente abaixo formando uma pequena “cascata”, e assim sucessivamente até retornar ao reservatório. Essas cascatas entre uma bandeja e outra oxigenam a água circulante (Figura 38).

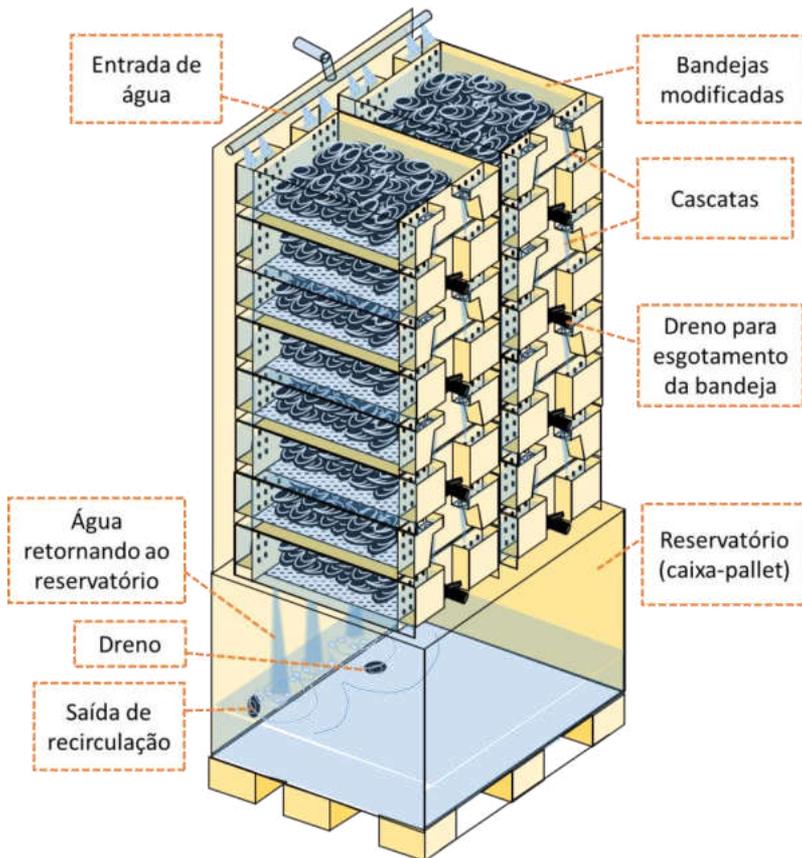


Figura 38. Esquema ilustrando um sistema vertical de cascata

As bandejas têm dimensões externas de 80cm por 45cm e uma altura de 15cm, e possuem uma série de modificações para torná-las adequadas à depuração de moluscos. Possuem um fundo falso gradeado que mantém os moluscos longe do material excretado, que assenta no fundo verdadeiro da bandeja (Figura 39).

A água entra na bandeja por dois pequenos compartimentos que ficam em um dos seus lados, onde a água da cascata cai. Esses compartimentos possuem pequenos furos que

distribuem a entrada de água na bandeja. No lado oposto da bandeja existem outros dois compartimentos por onde a água sai, que também possuem pequenos furos que fazem com que a água seja drenada de maneira uniforme (Figura 40). Existe ainda um dreno que fica próximo ao fundo da bandeja que é conectado a uma torneira. Esse dreno é utilizado apenas no final do processo de depuração, para drenar a maior parte da água das bandejas para o reservatório (caixa-pallet) e possibilitar a retirada dos moluscos depurados. Em torno de 10% da água fica no fundo de cada bandeja, junto com o material excretado pelos moluscos, e é descartada ao fim do ciclo de depuração.

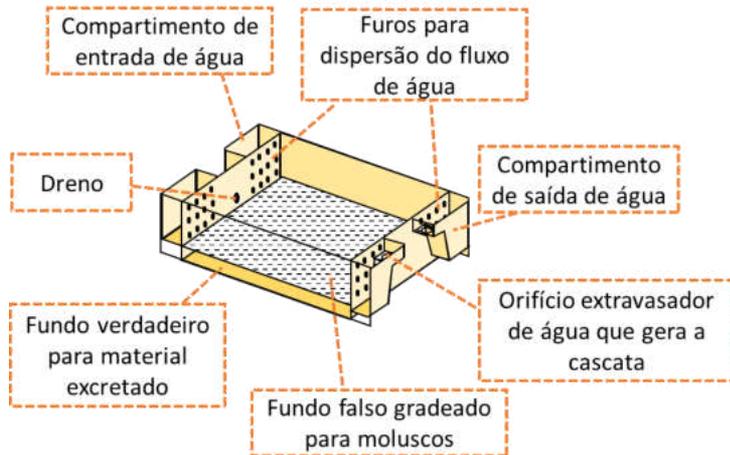


Figura 39. Esquema ilustrando as estruturas das bandejas utilizadas para a depuração de moluscos no sistema vertical de cascata

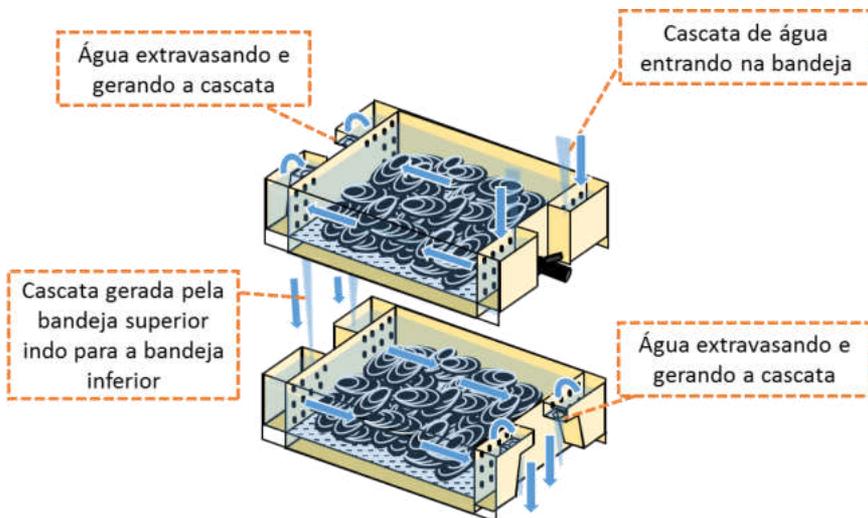


Figura 40. Esquema ilustrando o fluxo de água nas bandejas utilizadas para a depuração de moluscos no sistema vertical de cascata

A estrutura para a recirculação de água nesse sistema é bastante similar àquela dos tanques rasos de pequena escala, incluindo um esterilizador UV com a mesma potência (25 watts) (Figura 41).

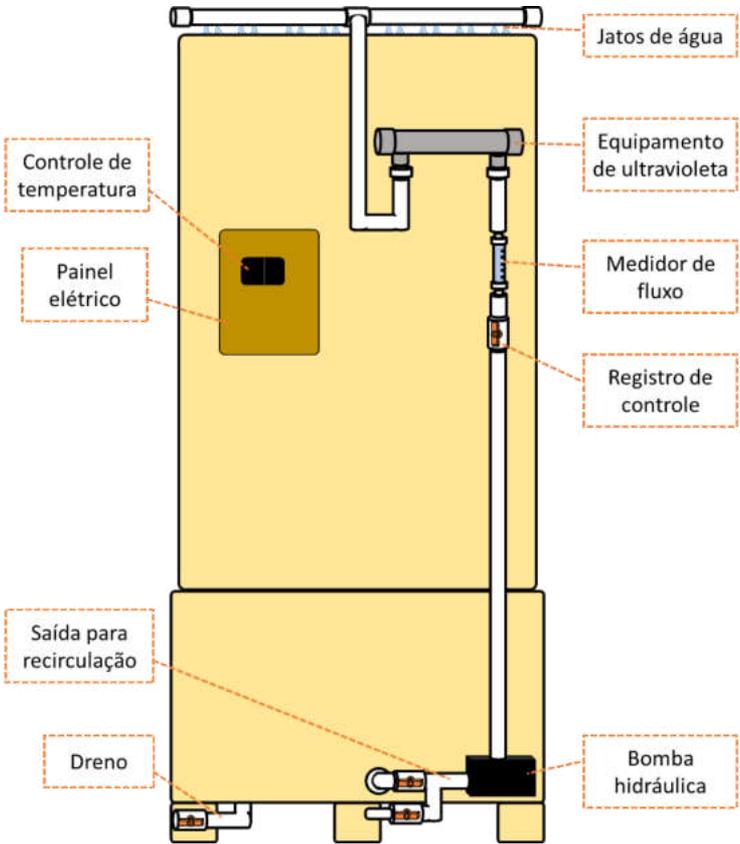


Figura 41. Esquema (vista traseira), ilustrando a estrutura para recirculação e tratamento de água durante a depuração nos sistemas verticais de cascata

10 Noções de dimensionamento de um estabelecimento de depuração

Nessa seção, é apresentado um exercício para dar alguma noção aos leitores de dimensionamento do número de tanques de depuração que seriam necessários, utilizando como referência para isso os sistemas-padrão de depuração do Reino Unido, apresentados na seção anterior. Na Tabela 2 é apresentada uma comparação desses sistemas, incluindo a capacidade de cada um deles em termos de quantidade de moluscos.

Tabela 2. Características gerais dos sistemas-padrão de depuradoras do Reino Unido

Tipo de sistema	Volume do tanque (L)	Quantidade de caixas vazadas	Capacidade (dz. de ostras)	Capacidade (kg de mexilhão)
Raso de pequena escala	650	6	63	90
Multicamadas média escala	2.600	50	521	750
Multicamadas grande escala	9.200	100	1.000	1.500
Vertical de cascata	650	16*	167	300

*No caso do sistema vertical de cascata não são caixas vazadas, mas sim bandejas feitas especificamente para este tipo de depuradora. Fonte: SEAFISH (2018a, 2018b, 2018c)

É importante notar que para o correto dimensionamento da quantidade de depuradoras que será necessária para atender a uma demanda diária específica, deve-se levar em consideração que o ciclo de depuração demora mais de um dia. Assim sendo, a primeira constatação é que para ter moluscos depurados prontos todos os dias, será necessário ter, ao menos, duas depuradoras. A segunda constatação é que a capacidade informada na Tabela 2 indica a quantidade de moluscos que será depurada a cada dois dias. Por exemplo, o sistema raso de pequena escala tem capacidade para acomodar 63 dúzias de ostras. Portanto, com uma dessas depuradoras, um estabelecimento processador será capaz de depurar 63 dúzias a cada dois dias, o que significa, para fins de cálculo, que esse modelo é capaz de produzir 31,5 dúzias (63 dividido por 2) de ostras depuradas por dia.

Por exemplo, para atender a uma demanda de 120 dúzias de ostras depuradas por dia, será necessário ter quatro depuradoras do sistema raso de pequena escala ($120 \text{ dúzias} / 31,5 \text{ dúzias por dia} = 3,85 \text{ depuradoras}$). Dessa forma, será possível que a cada dois dias os moluscos de duas das depuradoras estejam depurados.

11 Como fazer um cronograma de depuração

Nas planilhas a seguir são simulados dois cronogramas. Ambos consideram: 1 - que o tempo de depuração será de 42 horas; 2 - que existem duas baterias (conjuntos) de tanques de depuração; 3 - que os moluscos devem ter finalizado o ciclo de depuração às 8h00 da manhã, para que possam ser embalados e expedidos ao longo do dia. Note que, para que um lote de moluscos esteja pronto às 8h00 de quarta-feira, por exemplo, a depuração desse lote deve ter sido iniciada às 14h00 da segunda-feira anterior (Tabela 3), isto é, dois dias antes. É importante notar também que, nos cronogramas exemplificados a seguir, uma bateria de tanques (metade dos tanques) estará pronta (depurada) todos os dias às 8h00, e essa mesma bateria deverá ser preenchida com moluscos novamente às 14h00. Assim sendo, o estabelecimento processador terá um período de seis horas para fazer a limpeza do sistema e o reabastecimento dos tanques com moluscos.

O que apresentamos a seguir são apenas exemplos ilustrativos. Cronogramas específicos deverão ser estabelecidos para atender as necessidades de cada empreendimento. Para ciclos de depuração maiores, de 48 horas, por exemplo, pode ser necessária a existência de uma terceira bateria de depuradoras.

11.1 Cronograma de depuração 1 – Disponibilidade de moluscos depurados todos os dias

O primeiro exemplo de cronograma (Tabela 3) foi planejado de forma a permitir a obtenção de moluscos depurados todos os dias da semana.

Tabela 3. Cronograma de depuração com disponibilidade de moluscos depurados todos os dias da semana

Lote	Bateria	Entrada	Saída	Tempo de depuração (horas)
1	1	26/08/2020 14h00	segunda-feira 28/08/2020 8h00	quarta-feira 42
2	2	27/08/2020 14h00	terça-feira 29/08/2020 8h00	quinta-feira 42
3	1	28/08/2020 14h00	quarta-feira 30/08/2020 8h00	sexta-feira 42
4	2	29/08/2020 14h00	quinta-feira 31/08/2020 8h00	sábado 42
5	1	30/08/2020 14h00	sexta-feira 01/09/2020 8h00	domingo 42
6	2	31/08/2020 14h00	sábado 02/09/2020 8h00	segunda-feira 42
7	1	01/09/2020 14h00	domingo 03/09/2020 8h00	terça-feira 42

11.2 Cronograma de depuração 2 – Disponibilidade de moluscos de segunda a sábado

No segundo exemplo o cronograma (Tabela 4) foi planejado para a produção de moluscos depurados de segunda a sábado, evitando que os funcionários do estabelecimento processador precisem fazer o carregamento das depuradoras aos domingos. Nesse caso, as duas baterias de tanques seriam abastecidas com moluscos no sábado, porém uma delas seria submetida a um ciclo de depuração um pouco mais longo, de 63 horas.

Tabela 4. Cronograma de depuração com disponibilidade de moluscos depurados de segunda-feira a sábado

Lote	Bateria	Entrada		Saída		Tempo de depuração (horas)
1	1	26/08/2020 14h00	segunda-feira	28/08/2020 8h00	quarta-feira	42
2	2	27/08/2020 14h00	terça-feira	29/08/2020 8h00	quinta-feira	42
3	1	28/08/2020 14h00	quarta-feira	30/08/2020 8h00	sexta-feira	42
4	2	29/08/2020 14h00	quinta-feira	31/08/2020 8h00	sábado	42
5	1	31/08/2020 14h00	sábado	02/09/2020 8h00	segunda-feira	42
6	2	31/08/2020 17h00	sábado	03/09/2020 8h00	terça-feira	63

12 Considerações finais

Esse documento não se propõe a ser um manual de como dimensionar e projetar estabelecimentos de depuração de moluscos. Ele tem um objetivo didático: descrever as situações em que a depuração é necessária e apresentar as linhas gerais do funcionamento da depuração. Como descrito em diferentes trechos do documento, sistemas de depuração variam muito de acordo com as características do empreendimento, do volume de produção e das condições do local onde o estabelecimento será instalado. Portanto, é recomendado que um técnico capacitado seja contratado para projetar e dimensionar o sistema de forma que seja possível atender as exigências previstas na legislação e estabelecidas pelo serviço oficial de inspeção, otimizar os investimentos e, principalmente, que se possa reduzir riscos e proporcionar segurança aos consumidores de moluscos bivalves.

Referências

LEE, R.; LOVATELLI, A.; ABABOUC, L. **Bivalve depuration: fundamental and practice aspects**. FAO Fisheries Technical Paper, p. 139, 2008. Disponível em:

<http://www.fao.org/documents/card/en/c/91ea7200-8fdb-55ce-857b-a5816e157609/>

SEAFISH. **Seafish Standard Design Purification Systems: Operating Manual for the Medium Scale MultiLayer System**. Seafish Report (SR), n.720, 16p., 2018.

SEAFISH. **Seafish Standard Design Purification Systems: Operating Manual for the Large Scale MultiLayer System**. Seafish Report (SR), n.719, 18p., 2018a.

SEAFISH. **Seafish Standard Design Purification Systems: Operating Manual for the Small Scale Shallow Tank Purification System**. Seafish Report (SR), n.721, 16p., 2018b.

SEAFISH. **Seafish Standard Design Purification Systems: Operating Manual for the Vertical Stack System**. Seafish Report (SR), n.722, p.18, 2018c.

SOUZA, R.V. de; NOVAES, A.L.T. **Alternativas para comercialização de moluscos bivalves segundo a legislação**. Epagri, Boletim Didático, n.154, 28p., 2020.

SOUZA, R.V.; PETCOV, H.F.D. **Comércio legal de moluscos bivalves**. Epagri, Boletim Didático, n.95, 58p., 2013.

SUPLICY, F.M. **Ensaio sobre a depuração do mexilhão Perna perna (L.,1758)**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, 81 p.,1998. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/77898>

-  www.epagri.sc.gov.br
-  www.youtube.com/epagritv
-  www.facebook.com/epagri
-  www.twitter.com/epagrioficial
-  www.instagram.com/epagri
-  linkedin.com/company/epagri
-  <http://publicacoes.epagri.sc.gov.br>