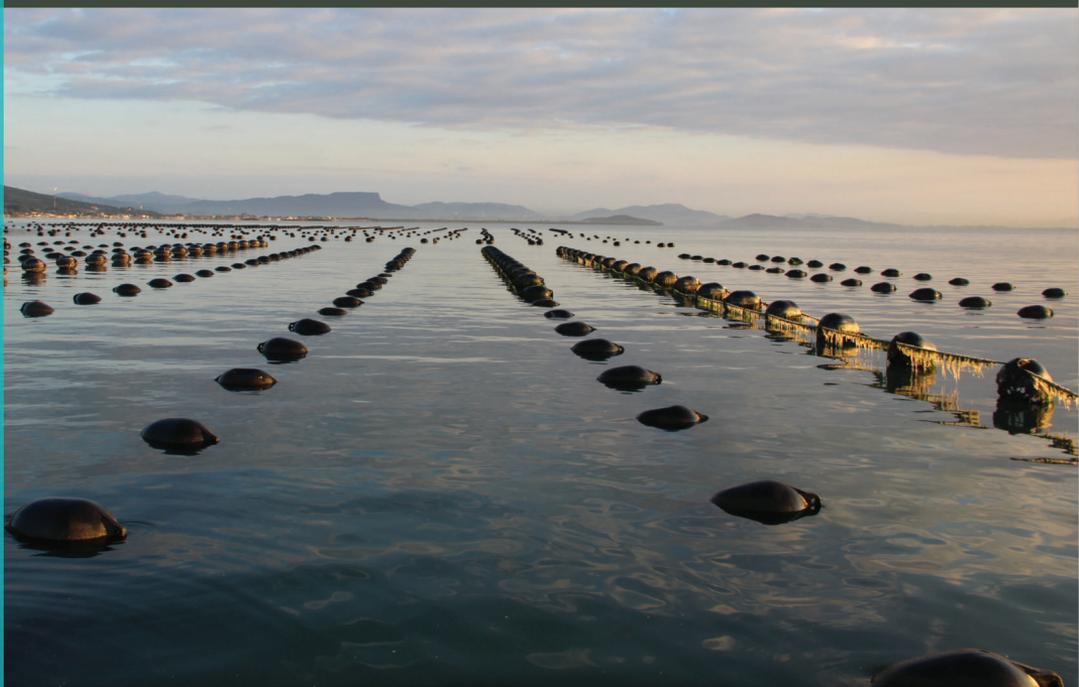


# Cultivo de MEXILHÕES



FELIPE MATARAZZO SUPLICY



Governador do Estado  
João Raimundo Colombo

Vice-Governador do Estado  
Eduardo Pinho Moreira

Secretário de Estado da Agricultura e da Pesca  
Moacir Sopelsa

Presidente da Epagri  
Luiz Ademir Hessmann

Diretores

Giovani Canola Teixeira  
Administração e Finanças

Ivan Luiz Zilli Bacic  
Desenvolvimento Institucional

Luiz Antonio Palladini  
Ciência, Tecnologia e Inovação

Paulo Roberto Lisboa Arruda  
Extensão Rural



# **Cultivo de mexilhões**

## **Sistema contínuo e mecanizado**

**Felipe Matarazzo Suplicy**



**Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina**  
Florianópolis  
2017

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)  
Rodovia Admar Gonzaga, 1347, Itacorubi, Caixa Postal 502  
88034-901 Florianópolis, SC, Brasil  
Fone: (48) 3665-5000, fax: (48) 3665-5010  
Site: [www.epagri.sc.gov.br](http://www.epagri.sc.gov.br)

Editado pela Epagri/Departamento Estadual de Marketing e Comunicação (DEMC).

Editoria técnica: Márcia Cunha Varaschin e Paulo Sergio Tagliari  
Assessoria técnico-científica: André Luís Tortato Novaes – Epagri/Cedap  
Eric Arthur Bastos Routledge – Embrapa

Revisor textual: Abel Viana  
Diagramador: Vilton Jorge de Souza

Primeira edição: novembro 2017

Tiragem: 1.000 exemplares

Impressão: Dioesc

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

#### Ficha catalográfica

SUPLICY, F. M. *Cultivo de mexilhões: sistema contínuo e mecanizado*. Florianópolis: Epagri, 2017. 124p.

Maricultura; Mexilhões; Mecanização.

ISBN 978-85-85014-88-9



## **Autor**

### **Felipe Matarazzo Suplicy**

Biólogo, Ph.D., Epagri/Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca (Cedap),  
Av. Admar Gonzaga 1.188, Itacorubi, 88034-901, Florianópolis, SC, C.P. 502,  
fone/fax: (48) 3665-5060, e-mail: felipesuplicy@epagri.sc.gov.br.



## Agradecimentos

Agradeço às seguintes pessoas que auxiliaram direta ou indiretamente na elaboração desta obra:

André Luís Tortato Novaes – Epagri

Brent Pickering – Quality Equipment

Emre Küçükçolak – Misya Su Ürünleri

Felipe Yassuo Maeda – Cavalo Marinho Cultivo e Beneficiamento de Frutos do Mar

Gilberto Manzoni – Univali

Graham Fielder – Fielder Marine Services

Jaime Fernando Ferreira – Universidade Federal de Santa Catarina

Jam Antunes França – Epagri

Joe Franklin Jnr – Quality Equipment

John Bonardelli – Shellfish Solutions

John Rowling – Marine and General

Mark Andrews – Marlborough Mussel Company

Murray Connor – AnSCO Engineering

Raulino (Nino) Souza – Cavalo Marinho Cultivo e Beneficiamento de Frutos do Mar

Sérgio Ostini – Instituto de Pesca de São Paulo (*in memoriam*)

Spyros Stasinou – Stasinou Mussel Farm



## **Apresentação**

O Brasil tem uma longa curva de aprendizagem a percorrer na substituição dos métodos rudimentares e informais de produção. A produção brasileira de mexilhões se encontra tecnologicamente defasada. Modernizações e atualizações tecnológicas, automatizações, métodos menos intensivos em mão de obra braçal e de maior escala, como ocorreu na agricultura brasileira e na maricultura de outros países, são fundamentais para alavancar o setor.

A técnica de cultivo empregada nos principais países produtores, chamada de sistema contínuo de cultivo, envolve a semeadura e colheita mecanizada de mexilhões com elevada produtividade. A adoção desse sistema de cultivo representa um desafio para os produtores catarinenses, e sua superação depende de uma série de fatores, como investimentos em novos e melhores equipamentos, acesso à informação, acesso a linhas de crédito, organização dos produtores e um serviço continuado de assistência técnica e de extensão qualificada.

Considerando essas necessidades, o presente livro tem como objetivo apoiar produtores e técnicos que pretendam entender como dimensionar, implantar e gerenciar uma fazenda de mexilhões com o sistema contínuo e mecanizado de cultivo.

A Diretoria Executiva



## Prefácio

Em princípio, por ser um manual técnico, alguém poderia pensar que se trata apenas de uma compilação de informações para cumprir a função de extensão com o repasse de uma tecnologia a produtores. Nesse sentido, esta obra cumpre bem a função, com um texto claro repleto de imagens e explicações detalhadas.

No entanto, é muito mais. Com o conhecimento da história da Empresa e, em particular, do autor no desenvolvimento do cultivo de moluscos no Brasil, trata-se de um texto cheio de conteúdo com envolvimento pessoal no tema.

Esse envolvimento vem não só do conhecimento técnico formal, mas da experiência do autor em suas diversas formas de participação na atividade. Além de biólogo, mestre e doutor em aquicultura com moluscos, foi produtor, empresário do setor de insumos para a aquicultura, funcionário do Ministério da Pesca e Aquicultura e, mais recentemente, atua no setor de pesquisa e extensão de Santa Catarina por meio da Epagri.

Toda essa experiência, complementada com grande paixão pela atividade, torna o texto, além de confiável tecnicamente, de fácil leitura e, até mesmo, empolgante. Além da experiência da Empresa e do autor, a excelência do material internacional se completa por tecnologias testadas em Santa Catarina na prática em conjunto com produtores reais, como é comum na Epagri.

Portanto, tenho certeza de que será um texto útil para todo o setor produtivo de moluscos, incluindo produtores e empresários da área de insumos e maquinário. Além disso, graças à precisão e ao detalhamento das informações, será um texto bastante útil para consulta e estudo de alunos e pesquisadores da área.

Espero que todos aproveitem o texto, como eu, e que a Epagri continue com essa política de produção de textos de excelente qualidade, como tem sido a prática em seus manuais técnicos que, na verdade, são muito mais do que isso.

Dr. Jaime Fernando Ferreira  
Professor aposentado  
Departamento de Aquicultura da UFSC



# Sumário

<b>Introdução</b> .....	13
<b>1 O negócio da mitilicultura</b> .....	15
<b>2 Seleção de local</b> .....	19
<b>3 O sistema contínuo de cultivo</b> .....	23
<b>4 Seleção de equipamentos</b> .....	27
4.1 Boias .....	27
4.2 Cabos.....	32
4.3 Cabos especiais .....	38
4.4 Máquinas de cultivo .....	41
<b>5 Embarcações</b> .....	53
<b>6 Poitas</b> .....	59
<b>7 Cálculo de cabos e boias</b> .....	67
7.1 Cabo principal ou linhas mestre do <i>longline</i> .....	67
7.2 Cabo da poita .....	67
7.3 Cabo de engorda .....	67
7.4 Cálculo de boias .....	69
<b>8 Insumos</b> .....	73
8.1 Malha de algodão.....	73
8.2 Cabos para amarração de boias e mexilhões .....	74
<b>9 Captação de sementes</b> .....	77
<b>10 Manejo e engorda dos mexilhões</b> .....	87
<b>11 Cultivo em áreas expostas</b> .....	93
11.1 <i>Longlines</i> semi-submersos .....	94
11.2 <i>Longlines</i> submersos .....	95
<b>12 Riscos e ameaças</b> .....	97
12.1 Predadores .....	97
12.2 Contaminação .....	98

12.3 Roubo e vandalismo .....	99
12.4 Eventos climáticos extremos .....	99
12.5 Seguro da produção .....	100
<b>13 Orientações de segurança .....</b>	<b>103</b>
13.1 Fatores humanos .....	103
13.2 Fatores climáticos.....	104
13.3 Fatores operacionais .....	104
<b>14 Arranjos produtivos .....</b>	<b>109</b>
14.1 Venda do produto para processador .....	109
14.2 Integração entre processador e produtor .....	109
14.3 Produtores organizados em cooperativas ou <i>clusters</i> .....	110
<b>15 Análise econômica .....</b>	<b>113</b>
15.1 Investimentos individuais .....	114
15.2 Investimentos coletivos .....	115
15.3 Mão de obra .....	115
15.4 Insumos .....	116
15.5 Demonstração de resultado .....	116
15.6 Fluxo de caixa anual .....	117
15.7 Análise de sensibilidade .....	118
<b>Referências .....</b>	<b>121</b>

## Introdução

Santa Catarina é o maior produtor nacional de mexilhões, colocando o Brasil na segunda posição em produção desse organismo na América Latina, com 18 mil toneladas em 2014. Apesar de bem desenvolvida comparativamente aos demais estados brasileiros, no contexto mundial a mitilicultura catarinense é ainda bastante rudimentar em termos tecnológicos, com baixos níveis de produtividade por hectare e elevado custo de produção.

Frente a um mercado globalizado e vizinhos internacionais altamente competitivos em termos produtivos e mercadológicos, a própria sustentabilidade da maricultura catarinense encontra-se fortemente ameaçada à medida que os grandes produtores mundiais buscam novos mercados para seus produtos.

A produção de mexilhões no sistema artesanal atual exige um elevado esforço de mão de obra para o processo de semeadura e colheita. O emprego de equipamentos é praticamente inexistente e todo o trabalho é feito manualmente, com o emprego das mãos, dos pés e sobrecarga na coluna vertebral. Muitos maricultores catarinenses desenvolveram problemas de saúde laboral durante os anos de esforços diários na maricultura. Os problemas mais comuns são as hérnias de disco vertebral, hérnias abdominais, lesões nos joelhos, na articulação dos ombros, além de cortes frequentes nas mãos (DUTRA & MANFREDINI, 2006; NOVAES, 2015).

A dificuldade de manejar individualmente maiores volumes com o sistema artesanal atualmente empregado tem mantido a produção brasileira de mexilhão estável nos últimos dez anos, com um volume entre 10 e 20 mil toneladas/ano. Além disso, as áreas aquícolas são, em sua grande maioria, pequenas, com 1 ou 2 hectares, exigindo que o produtor utilize racionalmente não só a área, mas também a coluna de água disponível.

Tendo em vista que essa tecnologia não é prontamente assimilável pela grande maioria dos produtores catarinenses no momento atual, a modernização do setor é um processo necessário e inevitável para sua sobrevivência. Nesse sentido, esta obra pode orientar grupos de produtores pioneiros e empreendedores na adoção de melhores práticas que permitirão o surgimento de um novo ciclo de desenvolvimento da atividade.



# 1 O negócio da mitilicultura

A mitilicultura, ou cultivo de mexilhões, como é mais comumente conhecida a atividade, é um negócio bastante atrativo, com grande desenvolvimento mundial a partir da década de 80 (FAO, 2005-2016). Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO/ONU), a produção mundial de mexilhões atingiu o volume de 1,8 milhões de toneladas (Figura 1) (FAO, 2013).

Já o mercado mundial de mexilhões foi estimado em 2014, pela mesma organização, em cerca de US\$700 milhões. O mercado europeu de mexilhões é ligeiramente inferior a 600.000 toneladas, das quais 500.000 são de origem nacional e cerca de 100.000, de origem estrangeira (MONFORT, 2014).

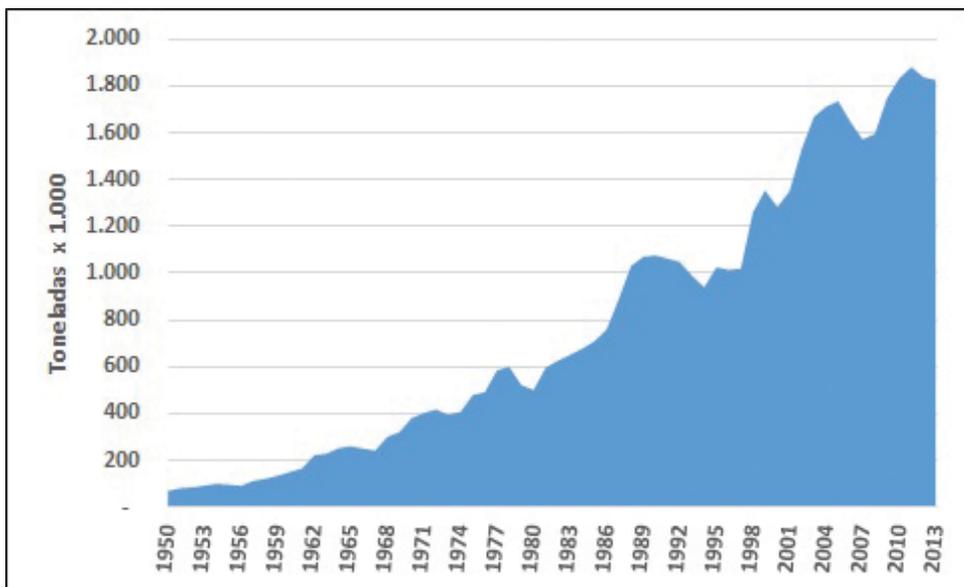


Figura 1. Evolução da produção mundial de mexilhões.  
Fonte: FishStat Plus

A produção nacional é ainda muito tímida, considerando os volumes de produção observados em outros países como o Chile, com 283.300 toneladas em 2015 e exportação 69.700 toneladas ao valor de US\$ 184 milhões no mesmo ano (FAO, 2016).

O cultivo mecanizado de mexilhões não é um passatempo ou uma atividade complementar para o orçamento familiar. O produtor deve ter em mente que, em primeiro lugar, a mitilicultura é um negócio; em segundo, um cultivo; e, em terceiro, um cultivo de organismos aquáticos. Não é um negócio para quem quer enriquecer rápido. Todos aqueles que triunfaram nesse negócio o fizeram através de trabalho duro, da dedicação de muitas horas, de investimentos significativos e muito sacrifício pessoal.

Com a adoção de um planejamento estratégico com abordagem ecossistêmica<sup>1</sup> para o desenvolvimento sustentável da maricultura, Santa Catarina poderia atingir uma maior escala de produção, necessária para abrir e manter mercados internacionais. A adoção da mecanização de forma inclusiva, aproveitando os 1.184 hectares de áreas aquícolas demarcados, aliada à concessão de novas áreas, permitiria a produção de 130 mil toneladas/ano até 2025 (SUPLICY et al., 2015). Como os mexilhões são comercializados na forma de carne congelada sem concha ou com meia concha, considerando-se a quebra de rendimento após processamento, esse volume de produção resultaria em cerca de 40 mil toneladas/ano, que, vendidas ao valor de mercado de US\$ 2,7/kg2, renderiam USD\$ 108 milhões/ano.

Como qualquer atividade do agronegócio, a aquicultura é também um negócio de risco. Um bom planejamento e uma criteriosa seleção de local podem evitar a maior parte dos riscos potenciais. Entretanto, como a atividade é exercida dentro do mar, existem riscos que estão fora da capacidade de controle do empreendedor, como fenômenos climáticos extremos, que têm se intensificado com as mudanças climáticas globais (furacões, tornados, etc.) e poluição inadvertida, como a causada por vazamentos de petróleo em operações realizadas em alto mar.

Como uma atividade produtiva que depende inteiramente do ambiente marinho, o cultivo de mexilhões apresenta um desempenho variável e instável ao longo dos anos, de forma que o produtor poderá vivenciar anos bons, com forte captação natural de sementes e bom crescimento de carne e conchas, e anos ruins, com fraca ou até mesmo ausência de captação natural de sementes, que resulta em uma safra limitada.

Não obstante os riscos, dentre as diversas modalidades de aquicultura, a mitilicultura é uma das mais atrativas porque esses moluscos bivalves obtêm seu alimento filtrando a água do mar, sem necessidade de aporte de ração, o que representa entre 50% e 70% do custo de produção de outras formas de aquicultura (KUBITZA et al., 1998), como no cultivo de peixes e camarões.

---

<sup>1</sup>Abordagem Ecossistêmica da Aquicultura (AEA) é uma estratégia para a integração da atividade dentro do ecossistema mais amplo, promovendo o desenvolvimento sustentável, a equidade e a resiliência dos interligados sistemas sócio-ecológicos (FAO, 2010).

<sup>2</sup>Preço de importação da carne congelada de mexilhão chileno em 2015 (SEAFOOD BRASIL, 2016).





## 2 Seleção de local

A seleção de local apropriado para instalação de cultivo de mexilhões é um fator fundamental nesse negócio. O produtor deve considerar não apenas aspectos oceanográficos, mas também logísticos para reduzir os riscos ao mínimo possível e aumentar suas vantagens competitivas. No aspecto oceanográfico, embora mexilhões adultos possam tolerar temperaturas de 10 a 30°C e salinidades de 15‰ a 50‰, o produtor deve procurar por um ambiente ideal, onde os mexilhões fiquem em sua zona de conforto e não sejam expostos a extremos de salinidade ou temperatura. Embora possua a capacidade de resistir a uma ampla variação de salinidade, o mexilhão não sobrevive em salinidades menores que 19‰ e maiores do que 49‰, sendo sua faixa ótima entre 34‰ e 36‰. Quanto à temperatura, o mexilhão sobrevive entre 5 a 30°C, sendo sua faixa ótima entre 21 a 28°C (FERREIRA & MAGALHÃES, 2004). Locais muito abrigados e rasos, com pouca circulação e renovação de água, podem atingir e manter temperatura de 30°C por vários dias, o que pode levar a mortalidade em massa do estoque sob cultivo. Da mesma forma, em locais afetados por rios ou períodos de chuva intensa, onde a salinidade atinja 25‰ ou menos, os mexilhões estão sujeitos a altas mortalidades ou estresse, fazendo com que se soltem dos cabos de cultivo ou fiquem debilitados, com longo período sem produção de gametas e com baixos índices de rendimento de carne (GUZENSKI, 2011). Por esses motivos, áreas próximas a desembocaduras de rios e baías com grande aporte de água doce nas estações chuvosas, devem ser evitadas. O ideal é que o produtor obtenha uma série temporal histórica de dados de temperatura e salinidade do local, se possível na superfície e próximo ao fundo, para se assegurar de que esses parâmetros não variarão muito além da zona de conforto dos mexilhões.

As dimensões da área de cultivo e a sua profundidade são pontos centrais que determinarão a produtividade e rentabilidade do cultivo. O produtor precisa saber qual espaço é necessário e porque ele o necessita. Áreas rasas (< 4m) podem ser utilizadas para instalação de coletores de sementes. Áreas mais profundas permitem uma melhor utilização da coluna de água, e um melhor aproveitamento do investimento realizado na aquisição de boias, cabos de engorda, embarcações e máquinas. Até um certo limite, devido aos custos de fundeio, quanto mais profunda a área, menor é o custo de produção e mais rápido é o retorno do investimento.

O ideal é que o produtor disponha de várias áreas de cultivo em localidades diferentes, para ter opções de onde colher quando os mexilhões de sua área estiverem com baixo rendimento de carne após uma desova, impedindo temporariamente a entrega de um produto de qualidade. Além das desovas, a colheita pode ser impedida por florações de algas nocivas, conhecidas como marés vermelhas, que tornam os mexilhões temporariamente impróprios para o consumo. Tendo áreas em locais diferentes, o produtor pode dispor de espaços com menor profundidade para a instalação de coletores de sementes e áreas mais profundas destinadas exclusivamente à engorda.

A topografia do fundo e curvas de nível do sedimento impactam no planejamento do sistema de fundeio, na distância entre as linhas de cultivo e na ação das ondas sobre a fazenda marinha (BONARDELLI, 2013). O produtor deve sondar pessoalmente o local e

estar atento para a presença de canais e bancos de areia que poderiam afetar a disposição das estruturas de cultivo.

Informações sobre altura de ondas, velocidade e direção dos ventos predominantes e das correntes marinhas permitirão que o produtor oriente corretamente as linhas de cultivo, de forma paralela às forças de maior incidência nas estruturas, que em geral são as ondas e as correntes. Essa orientação permitirá maior segurança e integridade das linhas de cultivo, além de auxiliar na renovação de oxigênio e alimento para os mexilhões e facilitar as operações de plantio, colheita e manutenção das estruturas. Locais com correntes muito fortes devem ser evitados porque essas podem suspender as cordas de cultivo enquanto ainda estão leves, fazendo-as rasparem nas boias, causando o desprendimento de mexilhões jovens.

No aspecto logístico da seleção de local, deverá ser considerada a distância da área de cultivo até um ponto de embarque e desembarque de equipamentos, insumos e da produção; proximidade de outros produtores com quem possa estabelecer parcerias para compartilhamento de embarcação e máquinas; distância de área de apoio, armazenagem e logística de transporte, isto é, os equipamentos, veículos terrestres e embarcação que serão empregados para transportar grandes quantidades de cabos, boias e outros componentes até o cultivo. O local deverá ainda ser protegido dos ventos e ondulações mais fortes incidentes na região de forma a permitir o máximo de dias com condições favoráveis para o trabalho no mar, e dispor de profundidade suficiente para que embarcações de maior calado possam descarregar a qualquer momento, independentemente da altura da maré.

Além das áreas demarcadas e ofertadas através dos Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura (PLDM), é possível solicitar ao governo federal, de forma individual, por conta do próprio interessado, uma área aquícola em local selecionado pelo empreendedor. Nesse caso, é importante que o produtor considere os possíveis conflitos com outras atividades que utilizam o espaço marinho, como a pesca, a navegação e o turismo. Da mesma forma, devem ser avaliadas as atividades realizadas em terra que possam vir a afetar seu cultivo, como aporte de esgotos, pesticidas ou outras formas de contaminação, além dos potenciais impactos da fazenda marinha sobre atividades realizadas na orla, como impacto visual das linhas de cultivo e atividade turística, por exemplo.





### 3 O sistema contínuo de cultivo

O sistema contínuo de cultivo de mexilhões foi desenvolvido na década de 1980 na Nova Zelândia. Atualmente é empregado em diversos países, como Chile, Irlanda, Escócia, Espanha, França, Turquia, Austrália, Canadá, Estados Unidos e Brasil.

Diferentemente do sistema de produção artesanal em cordas individuais, que envolve o acondicionamento de mexilhões em redes tubulares com comprimento de 0,8 a 1,5 metros, penduradas em *longlines* simples, o sistema contínuo emprega *longlines* duplos para pendurar grandes quantidades de cabos de forma contínua, amarrados de forma alternada nas duas linhas mestras dos *longlines*. Dependendo da profundidade do local, podem superar os 1.000 metros de cabos de cultivo em apenas um *longline* duplo de 100m de comprimento (Figuras 2 e 3; Tabela 1).

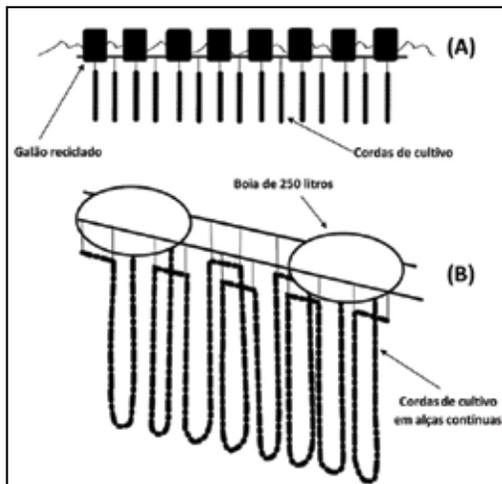


Figura 2. (A) sistema artesanal de cultivo de mexilhões e (B) sistema contínuo mecanizado.

Ilustração: Jam Antunes França



Figura 3. *Longline* duplo com cordas recém-semeadas em sistema contínuo. Foto: Emre Küçükçolak (Misya Su Ürünleri).

Vantagens do sistema contínuo de produção:

- melhor aproveitamento da área de cultivo;
- maior produtividade e lucratividade;
- menos trabalho de manutenção dos *longlines*;
- redução de esforço na semeadura e colheita.

É importante que o produtor esteja consciente de que esse sistema de cultivo envolve o emprego de equipamentos apropriados, desde as boias e cabos especiais, até máquinas e embarcações, além da adoção de novas práticas de manejo pelo produtor.

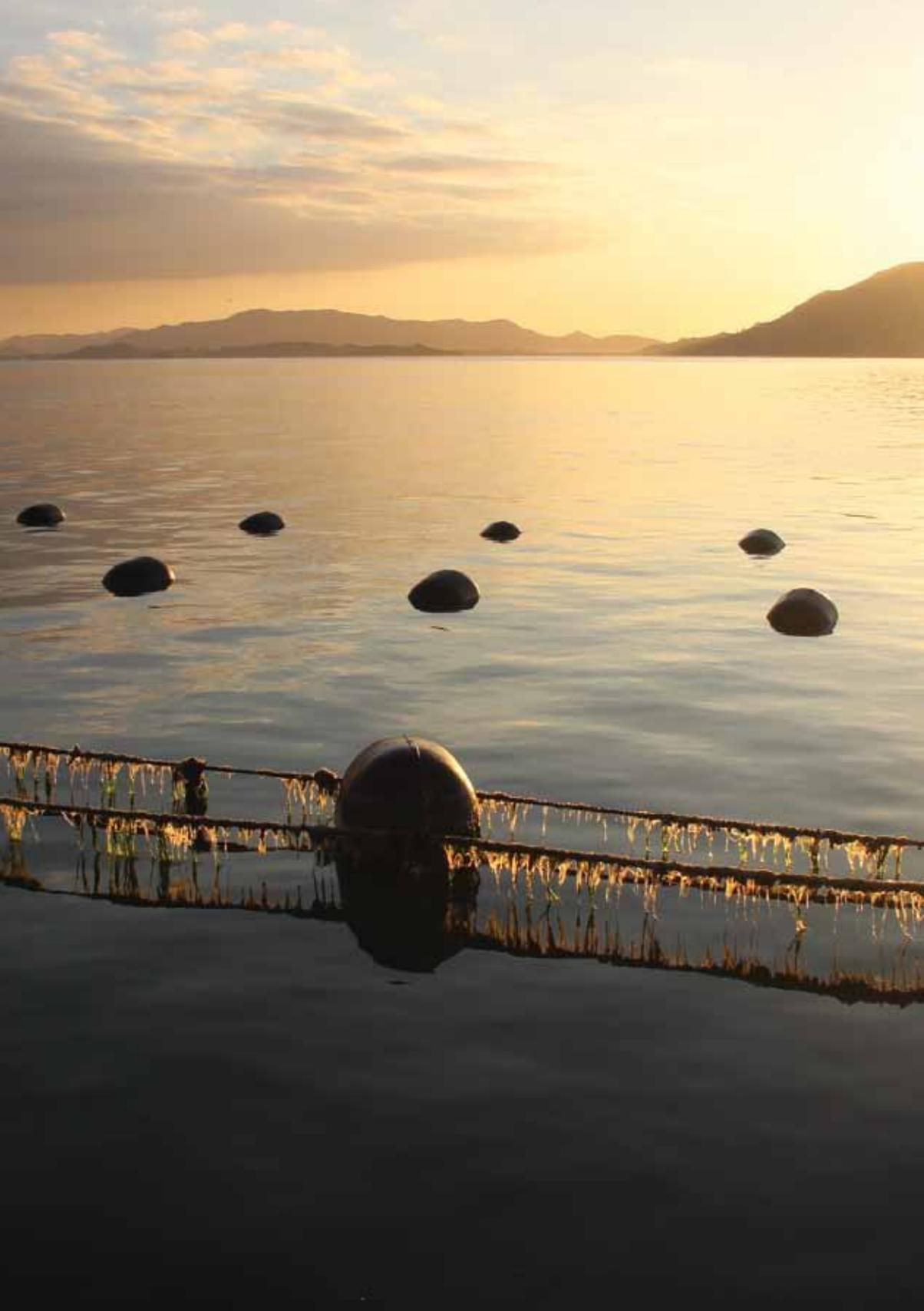
A condição ideal para esse sistema seria uma área com profundidade mínima de três metros com correntes marinhas moderadas. É possível empregar esse sistema de cultivo em áreas mais rasas, com alças mais curtas e boias de volume reduzido, entretanto a produtividade será limitada. Nesse caso, é preciso avaliar se vale a pena investir nos equipamentos necessários para operar o cultivo em sistema contínuo.

Tabela 1. Comparação entre sistema artesanal e sistema contínuo de cultivo de mexilhões

Sistema Artesanal	Sistema Contínuo
<i>Longline</i> simples de 100 m com cordas de 1,5 m com espaçamento de 0,5 m.	<i>Longline</i> duplo de 100 com alças de 3 m a cada 0,8 m.
300 m em cultivo	1.008 m em cultivo
4,5 ton./ <i>longline</i> /ciclo*	15 ton./ <i>longline</i> /ciclo*
20 <i>longlines</i> = 90 ton./hectare/ciclo	10 <i>longlines</i> = 150 ton./hectare/ciclo

\* Considerando uma produtividade de 12kg/m.





## 4 Seleção de equipamentos

A capacidade individual de investimento em melhores equipamentos pelo pequeno produtor é bastante limitada. Além disso, a cultura vigente é de fazer investimentos de curto prazo e sempre adquirir os equipamentos mais baratos, mesmo que sua durabilidade seja menor, não contribuindo para aumentar a produtividade da fazenda marinha. Ao selecionar um equipamento, o produtor deve considerar qual o volume de mexilhões que poderá ser produzido com a ajuda desse item ao longo de sua vida útil, além de considerar também se o equipamento proporcionará uma redução nas despesas com mão-de-obra.

### 4.1 Boias

Um exemplo típico são os galões reciclados e empregados pela maioria dos produtores como boias de sustentação de suas linhas de cultivo (Figura 4). Os galões reciclados usualmente empregados na maricultura no Brasil são produzidos com plástico sem proteção contra raios Ultravioleta (UV), através do processo de sopragem. Como a espessura de sua parede é fina (2mm), a ação do sol e da água marinha tornam o plástico quebradiço. Sua durabilidade é, em geral, de 2 a 3 anos (Figura 4C). Além disso, como esses galões não são projetados para serem utilizados como boias e são de difícil amarração, independentemente da forma como são amarrados, eles acabam se soltando das linhas de cultivo, sendo levados pelas correntes e ventos até acabarem em alguma praia (Figura 4A e 4B).



Outro problema com os galões reaproveitados para a maricultura é que eles muitas vezes foram originalmente utilizados para o acondicionamento e transporte de produtos tóxicos (Figura 4D).

Figura 4. Galões reciclados empregados como flutuadores no cultivo artesanal de mexilhões: (A e B) dificuldade de amarração; (C) galão ressecado e quebrado por ação de raios UV; (D) galão previamente utilizado para acondicionar produto tóxico

Considerando que milhares desses galões são utilizados ao longo da costa, é provável que grande parte não tenha sido devidamente higienizada para impedir que resíduos dos produtos tóxicos contaminem as áreas de cultivo e os moluscos. Por fim, devido à multiplicidade de formatos e cores, os galões reciclados resultam em grande poluição visual associada à maricultura, prejudicando a imagem dessa atividade perante o público em geral e outros usuários do espaço marinho.

Já existem no mercado boias próprias para maricultura, produzidas com Polietileno de Alta Densidade (PEAD), através do processo de rotomoldagem (Figura 5). Ao contrário do processo de sopro, a rotomoldagem permite que as boias fiquem com paredes espessas, com pelo menos 5mm, conferindo grande resistência. As boias para maricultura possuem tratamento contra raios UV, que prolongam a sua durabilidade, que pode chegar a até 20 anos.



Figura 5. *Longline* duplo com boias rotomoldadas de 250 litros

Outra vantagem desse equipamento é que ele dispõe de um sistema para amarração do cabo principal do *longline* de forma a impedir que o cabo seja puído pelo atrito de incrustações ou que as boias se soltem (Figura 6A e 6B).

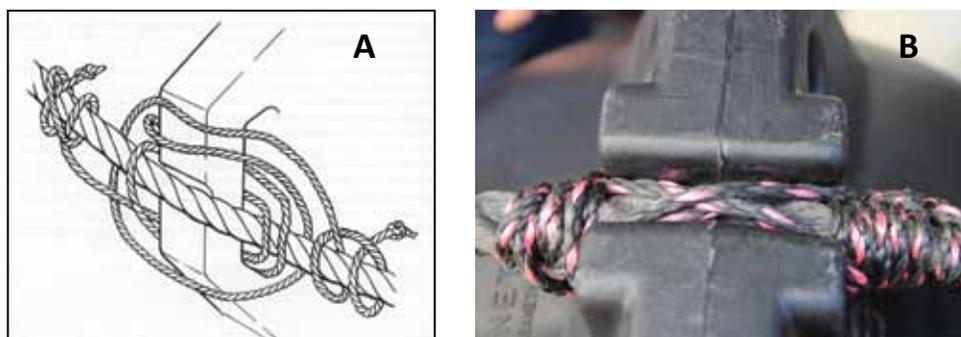


Figura 6. (A) esquema e (B) imagem do sistema de amarração de boias próprias para maricultura

Com o emprego de boias para cultivo com linhas duplas e sistema contínuo o produtor obtém o maior aproveitamento possível de sua área aquícola, com uma produção 4 vezes maior em cada *longline* em comparação ao sistema artesanal. Apesar das vantagens, o preço comparativamente elevado dessas boias ainda tem dificultado a sua adoção entre os pequenos produtores. Atualmente a grande maioria ainda utiliza galões reciclados.

As boias próprias para maricultura estão disponíveis no mercado brasileiro em vários modelos, com volumes de 250, 110 e 40 litros (Figura 7).



Figura 7. Boias rotomoldadas para cultivo de mexilhões

Novos modelos de boias estão sempre surgindo, com inovações no desenho, que aumentam a estabilidade do *longline*. A boia da Figura 8, disponível em volumes de até 400 litros para áreas com maior profundidade, possui uma aba lateral para amarração em dois pontos, o que pode reduzir substancialmente seu balanço horizontal com as ondas. Além disso, o desenho inovador permite que a boia fique um pouco mais submersa na linha de superfície, reduzindo também o movimento vertical causado pela passagem de ondas. O ganho de estabilidade reflete diretamente em menores perdas de mexilhões dos cabos de cultivo (Figura 8).



Figura 8. Boias com abas laterais para maior estabilidade do *longline*.  
Imagem: Colin Concannon (JFC Manufacturing)

Outros aprimoramentos no design são os métodos de engate rápido em substituição à amarração (Figura 9A). Essas boias de engate rápido com pino facilitam muito a instalação de boias à medida que o *longline* ganha peso. Boias com válvula pneumáticas (Figura 9B) também permitem que o produtor controle a pressão da boia, evitando que ela fique abaulada quando utilizada submersa (Ver Capítulo 11 – “Cultivo em áreas expostas”).



Figura 9. (A) detalhe de boia dupla com engate rápido através de pino; (B) detalhe de boia com válvula pneumática

É recomendável a instalação de lanternas de sinalização náutica nas boias posicionadas nos vértices da área de cultivo. Essas lanternas são carregadas por placas fotovoltaicas e são resistentes ao ambiente marinho (Figura 10). A sinalização com luzes intermitentes aumenta a segurança da navegação, do cultivo e dos investimentos.

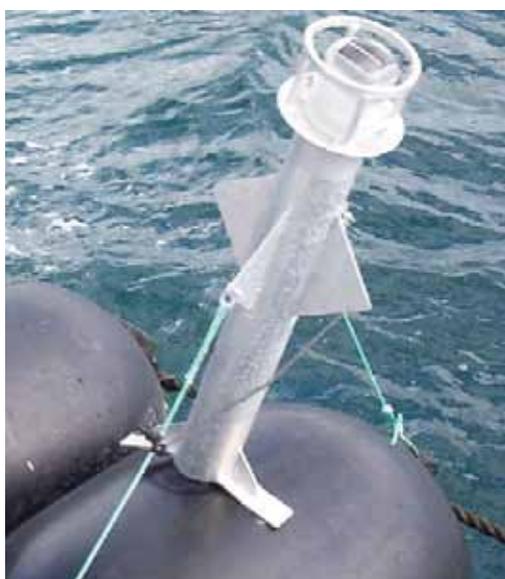


Figura 10. Lanterna de sinalização náutica instalada sobre boia na extremidade do *longline*

Mais recentemente, foram lançadas boias próprias para cultivo em mar aberto, com *longlines* submersos em meia água (Figura 11). Embora ainda não existam cultivos em mar aberto instalados no Brasil, esta é uma opção muito interessante para ampliação da produção em áreas livres de conflitos e poluição, e com grande profundidade para instalação de alças mais compridas. Em locais muito expostos, com *longline* simples submersos à meia água, o produtor pode adicionar boias pressurizadas ou preenchidas com poliuretano expandido (Figura 12). Essas boias podem suportar a pressão de até 5 atmosferas, a 40m de profundidade.



Figura 11. Boias verticais para cultivo de meia água em mar aberto



Figura 12. Boias pressurizadas para *longlines* simples submersos à meia água

Foto: Joe Franklin Jnr. (Quality Equipment)

Um quadro comparativo de custo-benefício entre galões reciclados e boias de 250l para maricultura é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Síntese comparativa de custo-benefício entre galões e boias para maricultura

<b>Tipo de boia</b>	<b>Preço</b>	<b>Valor</b>	<b>Aspectos adicionais</b>
<b>Galão soprado de 30 litros</b>	Preço de R\$ 5,00/unidade o que resulta em R\$ 0,16 por litro de boia.	• Durabilidade de 4 anos, logo o valor pago por litro de boia a cada ano é de R\$ 0,04.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difícil de amarrar e propensa a se soltar.</li> <li>• Parede de 1,5mm que resseca sob ação de raios UV e se rompe.</li> <li>• Exige manutenção regular das tampas e cabos de amarre, além de limpeza de incrustações.</li> <li>• Perdas de produto ocasionada por falha no equipamento.</li> </ul>
<b>Boia rotomoldada de 250 litros</b>	Preço de R\$ 265,00/unidade, o que resulta em R\$ 1,02 por litro de boia.	Durabilidade de 10 anos <sup>1</sup> , logo o valor pago por litro de boia a cada ano é de R\$ 0,10.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possui sistema de amarração que dificulta a soltura.</li> <li>• Parede de 5mm com proteção contra raios UV.</li> <li>• Dispensa manutenção dos cabos de amarração. Exige apenas limpeza de 2 a 3 vezes ao ano.</li> <li>• Permite a adoção de linhas duplas com sistema contínuo e maior produtividade.</li> </ul>

<sup>1</sup>Todos os cálculos de depreciação desta publicação consideram uma vida útil máxima de 10 anos para todos os equipamentos, embora alguns, como boias e máquinas, possam durar até 15 anos.

## 4.2 Cabos

Outro equipamento que deve ser selecionado cuidadosamente é o cabo principal e de ancoragem do *longline*, uma vez que toda a produção depende de sua resistência e integridade. Além do peso da produção em cultivo, o cabo deve suportar também os puxões da embarcação durante o manejo em dias de mar agitado. Diferentemente de cabos usados na pesca, que são trocados frequentemente e são empregados ora no convés e ora no mar, na maricultura os cabos devem ser trocados somente após longos períodos submersos, durante os quais serão submetidos constantemente à tração, ação

de organismos incrustantes, balanço constante das ondas, ação de correntes marinhas e absorção de radiação ultravioleta que pode afetar a flexibilidade, resistência mecânica e durabilidade do cabo.

Muitas vezes a escolha do cabo não corresponde ao que deveria ser utilizado. A escolha de um produto de qualidade inferior rapidamente evidencia que o preço está diretamente relacionado à qualidade e durabilidade do material. Um bom indicador da qualidade de um cabo é a sua carga de ruptura (o peso máximo que o cabo pode suportar antes de estourar), que é um parâmetro informado por todos os fabricantes. A carga de ruptura é apenas o parâmetro de referência, pois os cabos devem trabalhar com 1/6 desse valor, para garantir a segurança no trabalho e no cultivo.



Figura 13. Cabo de éter de polifenileno (acima), cabo de polipropileno (meio) e de poliamida (abaixo).

Existem diversos tipos de cabos, que variam de acordo com o material e modo de fabricação (Figura 13, Tabela 3). O produtor deve optar por um cabo torcido com três pernas, com diâmetro entre 20 e 24mm, de acordo com o grau de exposição a ventos e ondas no local de cultivo. Os cabos trançados com oito pernas são mais maleáveis e apropriados para situação de manejo contínuo, como nas situações encontradas no convés de um barco de pesca. Porém, não são indicados para a maricultura. Além de ser torcido, idealmente o cabo principal deve receber uma forte torção no processo de construção para não permitir que se desestruem facilmente com a ação das ondas. Cabos muito moles fabricados com fraca torção permitem que larvas de organismos incrustantes penetrem em seu interior e danifiquem o cabo de dentro para fora à medida que vão se desenvolvendo entre suas fibras. Os cabos tendem a endurecer com o tempo de exposição à água salgada, devido a absorção de sal pelas fibras.

Quando ao material, os cabos podem ser fabricados com diferentes tipos de polímeros plásticos, sendo os mais comuns o polipropileno (PP), o polietileno (PE), a

poliamida (PA), o politereftalato de etileno (PET), o éter de polifenileno (PPE), além de cabos que utilizam uma mescla de diferentes polímeros como PE e PP, também conhecido como *polysteel*.

Cabos de poliamida (PA) não são indicados devido a sua baixa resistência à abrasão. Cabos de PET reciclado, conhecidos no Brasil como “palhinha”, também não são adequados devido à baixa resistência à abrasão e à exposição aos raios UV. Cabos de aço recobertos com polímeros plásticos também não são apropriados porque o aço enferruja após alguns anos na água do mar e porque eles são extremamente difíceis de manejar e de se fazer nós para uniões. Cabos de polipropileno (PP) são aceitáveis e indicados para áreas abrigadas de ventos, com uma durabilidade em torno de 5 anos.

Os cabos de éter de polifenileno (PPE) possuem também negro de fumo “*carbon black*” em sua composição, que é a mais eficiente proteção à radiação UV, tornando-os os mais resistentes para emprego na maricultura. Os cabos de PPE são fabricados com forte torção, o que lhes confere longa durabilidade, podendo passar de 10 anos sem necessidade de reposição. Outra vantagem do PPE é que, devido a sua baixa elasticidade, ele não estica e afrouxa com o movimento constante do mar, evitando que larvas, cracas e ostras penetrem entre as fibras. A Tabela 3 resume as propriedades dos diferentes materiais utilizados na fabricação de cabos náuticos.

Tabela 3. Materiais e propriedades dos principais cabos têxteis navais disponíveis comercialmente

<b>Material</b>	<b>Propriedades</b>
<i>Nylon, Poliamida (PA)</i>	Não Flutuante (densidade: 1,14 kg/dm <sup>3</sup> ) Muito resistente à ruptura e abrasão Muito bom alongamento e elasticidade Baixa resistência à radiação UV
<i>Poliéster (PES)</i>	Não Flutuante (densidade: 1,38 kg/dm <sup>3</sup> ) Muito resistente à ruptura e atrito Boa elasticidade Ausência de alongamento Excelente resistência à radiação UV
<i>Polietileno (PE)</i>	Flutuante (densidade: 0,94 - 0,96 kg/dm <sup>3</sup> ) Boa resistência à ruptura Boa elasticidade Boa resistência à radiação UV
<i>Éter de polifenileno (PPE)</i>	Flutuante (densidade: 0,94 - 0,96 kg/dm <sup>3</sup> ) Alta resistência à tração e abrasão Muito resistente a ruptura Baixa elasticidade Excelente resistência à radiação UV
<i>Polipropileno (PP)</i>	Flutuante (densidade: 0,91 - 0,92 kg/dm <sup>3</sup> ) Boa resistência à abrasão Boa resistência à ruptura Muito sensível à radiação UV

O produtor deve avaliar os materiais que necessita para cada componente, sempre associando seu preço à vida útil. No tocante aos cabos, vimos que existe uma variação de propriedades físicas e estruturais, agentes anti-UV, habilidade para resistir à fricção e abrasão, e elasticidade que pode variar de 3% a 15%, afetando a tensão nos *longlines*. Assim como com as boias, o produtor deve calcular quanto estará pagando por metro de cabo por ano de durabilidade, e considerar quantas safras ele poderá obter antes de ter que repor o material. Em suma, a pergunta que deve se ter em mente é: “Quantos quilos de mexilhão o equipamento poderá produzir antes que acabe sua vida útil?”

O rendimento é a quantidade de metros encontrada em um quilo de cabo (kg/m). Cabos de um mesmo diâmetro têm rendimentos diferentes em função do peso específico de suas matérias-primas. Por isso é importante que o produtor saiba o rendimento do cabo quando estiver comprando por peso.

Nos *longlines* é importante que os cabos estejam bem esticados, evitando que eles trabalhem desnecessariamente com o movimento contínuo das boias pelas ondas e vento, o que acabaria levando a um desgaste prematuro de suas fibras. A tensão dos cabos deve permitir que eles sejam içados pelos elevadores hidráulicos nas operações de colheita e sementeira, e que o *longline* possa se mover verticalmente com a variação da maré.

Além de selecionar um bom material, algumas dicas de como utilizar o cabo para montar o *longline* também são importantes. O primeiro ponto é como desenrolar o cabo da sua bobina. A bobina deve ser desenrolada girando-a sem fazer voltas no cabo, para impedir que ele fique torcido quando instalado no mar. Para isso o produtor pode utilizar um suporte giratório de aço feito por um serralheiro ou mesmo uma cadeira giratória posicionada de ponta-cabeça (Figura 14).

Deve sempre ser evitado cortar ou dar nós no cabo. Os nós são responsáveis pela redução de cerca de 40% da resistência de um cabo. O ideal é que sejam feitas costuras de mão ou em alça para unir os cabos nas pontas do *longline* duplo. As emendas com costuras aumentam a resistência do cabo ao invés de diminuí-la, porque o cabo dobra de espessura no ponto da emenda.



Figura 14. Desenrolando a bobina de cabo com o auxílio de: (A) cadeira giratória colocada de ponta cabeça e (B) suporte giratório de aço.

A costura de mão é feita no final do cabo duplo, permeando as pontas do cabo no cabo que vai para a poita (Figura 15A e 15B). Já a costura em alça (Figura 16A) é feita na extremidade do cabo da poita.

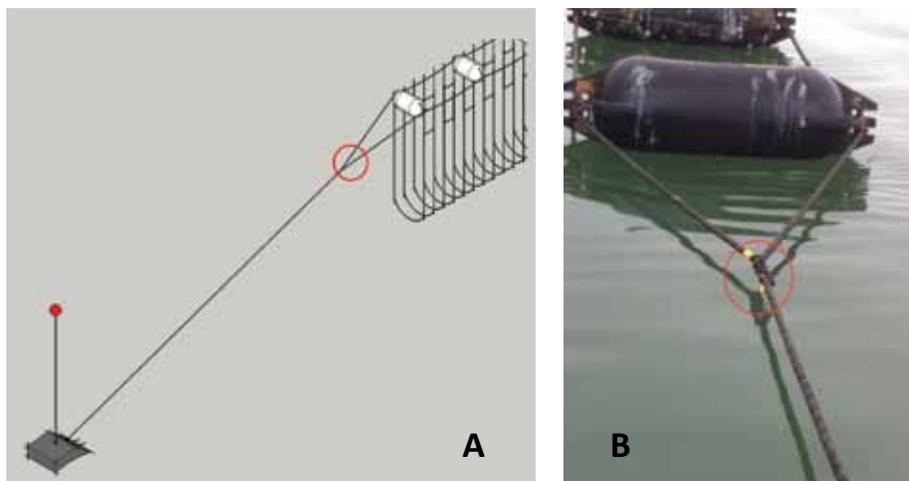


Figura 15. (A) esquema e (B) imagem de *longline* duplo mostrando posição da costura de mão

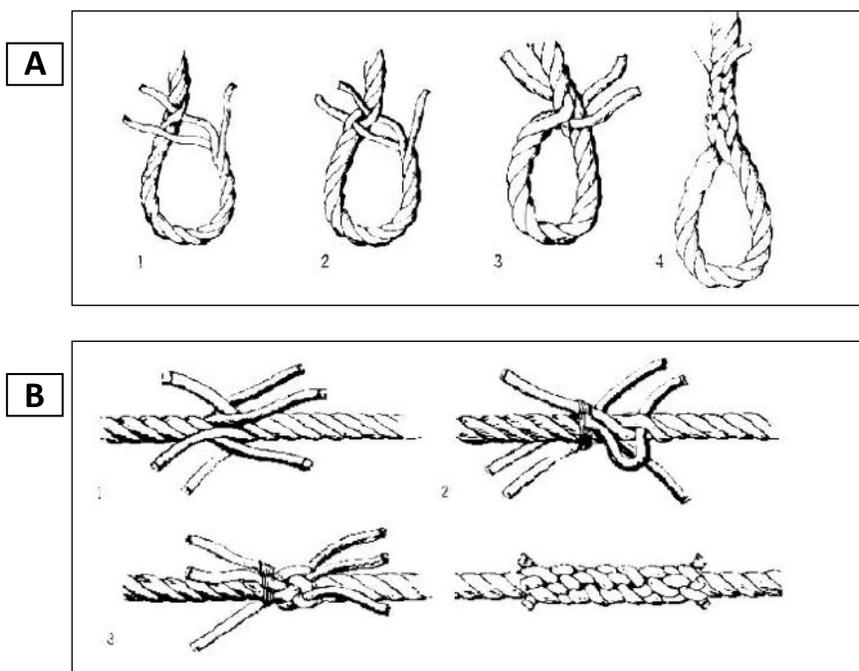


Figura 16. Desenho esquemático dos nós: (A) costura de alça e (B) costura de mão.

Para fazer a costura de mão, é preciso usar um instrumento conhecido na marinharia como espicha. A espicha pode ser confeccionada pelo próprio produtor, utilizando uma madeira roliça e dura, como as empregadas em cabos de pás e enxadas. Nesse caso a espicha de madeira é também conhecida como “caverão” (Figuras 17 e 18).

Outro ponto muito importante é que todas as pontas de cabos devem ser protegidas com fita adesiva de PVC, para evitar que o cabo se abra. Pontas de cabos abertas se desenrolam facilmente e ficam logo repletas de algas e incrustações que acabam dificultando a manutenção dos *longlines*. As fitas para marcação de solo encontradas em lojas de ferragem são bastante duráveis e resistem bem na água salgada.



Figura 17. (A) espicha de aço inox com cabo de madeira; (B) caverão confeccionado com um cabo de madeira roliça.



Figura 18. (A e B) fazendo costuras em cabo com uma espicha; (C) costura de alça; (D) costura de mão

O produtor deve esticar bem o cabo antes de montar o *longline*. Os cabos laceiam e podem esticar até 15% de seu comprimento depois de algum tempo instalados no mar. Por isso, após fazer as costuras de mão, o produtor deve prender o cabo em um poste e tracioná-lo com algum automóvel. Uma vez esticado o cabo, já está pronto para a montagem do *longline* e pode ser enrolado para transporte até o mar (Figura 19).

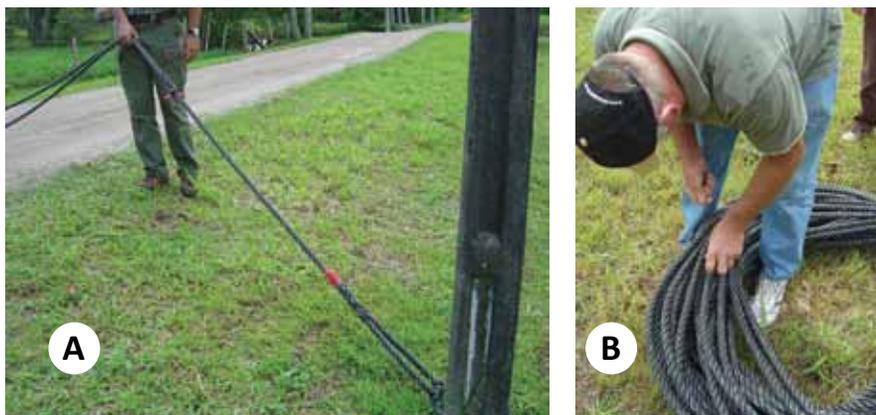


Figura 19. (A) cabo com costura de mão e costura de alça preso a um poste para ser esticado com um automóvel; (B) cabo sendo enrolado para transporte até o local de montagem do *longline*.

### 4.3 Cabos especiais

No sistema contínuo e mecanizado de cultivo são empregados cabos especiais para captação e engorda de sementes. Existem vários tipos de cabos para essa finalidade, desde cabos manufaturados pelos próprios produtores com resíduos de redes de pesca, cabos velhos ou sacos de rafia, até cabos especialmente fabricados para a finalidade.

#### 4.3.1 Coletores artesanais

De maneira geral, os cabos manufaturados pelos produtores apresentam uma durabilidade limitada, de três a cinco anos, principalmente quando são utilizados com máquinas de colher, uma vez que a passagem na máquina pode acabar arrancando seus filamentos ou rompendo-os (Figura 20).



Figura 20. (A) cabo manufaturado com resíduos de redes de nylon; (B) cabo partido após quatro anos de uso com máquina de colheita hidráulica.

Alguns produtores catarinenses empregam uma técnica de cultivo intermediária entre o sistema artesanal e o sistema contínuo, que consiste em instalar os cabos coletores na superfície e deixar que as sementes aderidas cresçam até o tamanho comercial, o que leva cerca de um ano. Apesar de reduzido esforço de trabalho, a desvantagem desse sistema é que a densidade de mexilhões pode ficar muito elevada, com mais de 1.000 mexilhões juvenis por metro de cabo. À medida que crescem, muitos mexilhões são expulsos dos cabos coletores devido à competição natural por espaço. Ao final de um ano, é comum que a maior parte dos mexilhões tenha caído do cabo, restando algo ente 200 e 300 animais por metro. Para evitar essa perda, é recomendável que, após a captação das sementes, quando atingirem um tamanho entre 3 a 4cm, elas sejam retiradas do cabo com o auxílio da máquina de colheita e ressemeadas em menor densidade, em uma densidade de plantio de 350 a 400 mexilhões por metro de corda de mexilhão.



Figura 21 – (A) Coletor manufactured com cabos de polipropileno novos, (B) coletor feito a partir de sacos de rafia enrolados; (C) coletor feito com cabo de polietileno e (D) coletor feito com redes de nylon.

Os cabos manufactured artesanalmente apresentam boa captação de sementes, mas, de maneira geral, não possuem boa capacidade de retenção dos mexilhões até o tamanho adulto, nem longa durabilidade quando utilizados com máquinas de colheita (Figura 21).

#### 4.3.2 Cabos produzidos industrialmente

Outra opção são os cabos produzidos industrialmente. Apesar de serem mais caros do que os cabos artesanais, podem compensar o investimento devido a sua alta durabilidade e capacidade de atrair e reter os mexilhões, uma vez que foram desenvolvidos

para suportar, sem afetar a sua estrutura, vários anos de uso contínuo com máquinas de colher.

O coletor possui cerdas cortadas e desfiadas, para aumentar a superfície de assentamento para sementes, e alças curtas “loop”, para reter os mexilhões até o tamanho de 3-4cm. Os cabos de engorda possuem cerdas com alças, também chamadas de “loop”. Esses cabos oferecem mais substrato para que os mexilhões se mantenham aderidos até o tamanho comercial. Existem modelos com alças de 5cm, para densidades menores e produção de até 12kg/m, e modelos com alças de 7,5cm, para densidades mais elevadas e produção de 16kg/m. O produtor pode optar por cabos com alças de 15 ou 18mm de espessura, devendo atentar para o fato de que, se ele planeja fazer uma ressemeadura com menor densidade, o ideal é utilizar um cabo coletor com cerdas cortadas (Figura 22A), porque se as sementes forem retiradas mecanicamente de um cabo com cerdas em “loop” (Figuras 22B e 22C), as sementes ficarão presas nas alças das cerdas e quebrarão. Já no caso do cabo coletor com cerdas cortadas, as sementes simplesmente deslizam para fora do cabo coletor quando esse passa na máquina de colher.



Figura 22 – (A) Cabo coletor de sementes (B) Cabo de engorda com alças “loop” de 5cm; (C) Cabo de engorda com alças “loop” de 7,5cm.

Alguns produtores têm optado por instalar o cabo de engorda desde a captação de sementes até a colheita, sem ressemeadura ou emprego de máquinas para colher. Nesse sistema de cultivo, os cabos são instalados e mantidos na superfície do mar, limitando a utilização da área aquícola à porção superior da coluna de água. Muitas das sementes coletadas acabam se soltando dos cabos durante a disputa por espaço, à medida que os mexilhões vão crescendo. Apesar dessa perda de sementes e de produtividade, alguns produtores preferem absorvê-la em vez de retirar as sementes e ressemeá-las manualmente. Nesse caso, o mais indicado é o emprego do cabo com alças desde a fase de captação de sementes até a colheita. Essa técnica de cultivo também pode ser empregada durante os meses mais quentes do ano quando peixes migratórios predam as sementes recém-semeadas (Consultar Seção “12.1 Predadores”).

### 4.3.3 Cabos de cultivo nacionais

Estão disponíveis no mercado cabos coletores produzidos em Santa Catarina. Esses cabos, fabricados com materiais reciclados, como redes de pesca, restos de cabos e cintos de segurança, têm sido bastante empregados no sistema de cultivo no qual os mexilhões são mantidos no mesmo cabo da fase de captação de sementes até a colheita (Figura 23). Os cabos nacionais permitem uma boa captação de sementes e um bom substrato para a engorda, porém são menos duráveis do que os cabos importados, principalmente quando utilizados com máquinas de colher.



Figura 23 – Cabos de cultivo nacionais: (A) Cabo fabricado com cabos e cintos de segurança reutilizados; (B) Cabo fabricado com redes de pesca reciclada.

### 4.4 Máquinas de cultivo

Existem vários modelos de máquinas disponíveis para o cultivo mecanizado de mexilhões, desde modelos com motor a combustão, fabricados pelo próprio produtor ou em pequenas serralherias, até máquinas hidráulicas mais sofisticadas e caras. Devido à disposição de longas cordas no sistema contínuo de cultivo, a operação exige o emprego de máquinas para plantio e colheita.

As máquinas indispensáveis são as de semear, colher e desagregar mexilhões. Todas as máquinas devem ser fabricadas em aço inox para resistir às condições de trabalho da atividade.

Na escolha do modelo mais apropriado, o produtor deve considerar seu volume de produção anual e a possibilidade de compartilhar máquinas e embarcação com outros produtores, reduzindo significativamente o investimento inicial para introdução no cultivo mecanizado. O preço das máquinas costuma ser uma preocupação para os produtores de mexilhões. Eles geralmente têm resistência ou encontram dificuldade de acesso ao crédito para investir em equipamentos caros, especialmente quando estão ingressando na atividade. Vários produtores tentam reinventar a roda, ou desenhar novos conceitos, o que geralmente resulta em gastos maiores do que a adaptação ou aquisição de equipamentos já disponíveis no mercado.

#### 4.4.1 Entubadora da malha de algodão

Quando muitos quilômetros de cabos de cultivo são semeados diariamente, a preparação dos tubos de PVC com a malha de algodão pode consumir muito tempo e mão de obra. Uma máquina simples, mas muito útil, é a entubadora de malha de algodão. Existem vários modelos no mercado internacional. Basicamente a máquina possui duas bobinas que empurram a malha de algodão para o tubo de PVC (Figura 24).



Figura 24. Máquina entubadora de malha de algodão.  
Foto: Murray Connor (AnSCO Engineering)

#### 4.4.2 Sistemas extratores e desagregadores de mexilhão

Existem vários modelos de equipamentos disponíveis, para a etapa de retirar os mexilhões das cordas de cultivo, separando-os dos blocos a que estão aderidos pelo bisso<sup>4</sup> e lavando o lodo de suas conchas. Alguns desses equipamentos são fabricados pelos próprios produtores, mas existem também empresas nacionais e estrangeiras que produzem máquinas com capacidade de 500kg a 40t/hora, apropriadas para auxiliar o produtor nessa fase do cultivo.

Existem máquinas que apenas separam os grumos de mexilhões, chamadas de desagregadoras, e existem dispositivos que apenas retiram os mexilhões dos cabos de cultivo, também conhecidos como sistemas extratores. O sistema extrator puxa o cabo

<sup>4</sup>"Bisso" é o nome dado ao feixe de filamentos pelos quais moluscos bivalves, como o mexilhão, fixam-se ao substrato ou a outros moluscos.

com mexilhões por entre placas de borracha, arrancando-os do cabo de cultivo. Esses sistemas podem ser empregados para retirar sementes, quando o produtor utiliza a técnica de ressemeadura com menor densidade, ou na colheita para comercialização. O sistema extrator é empregado juntamente com uma rampa de aço inox instalada no bordo da embarcação, empregada para recolher o cabo com mexilhões para fora do mar (Figura 25).

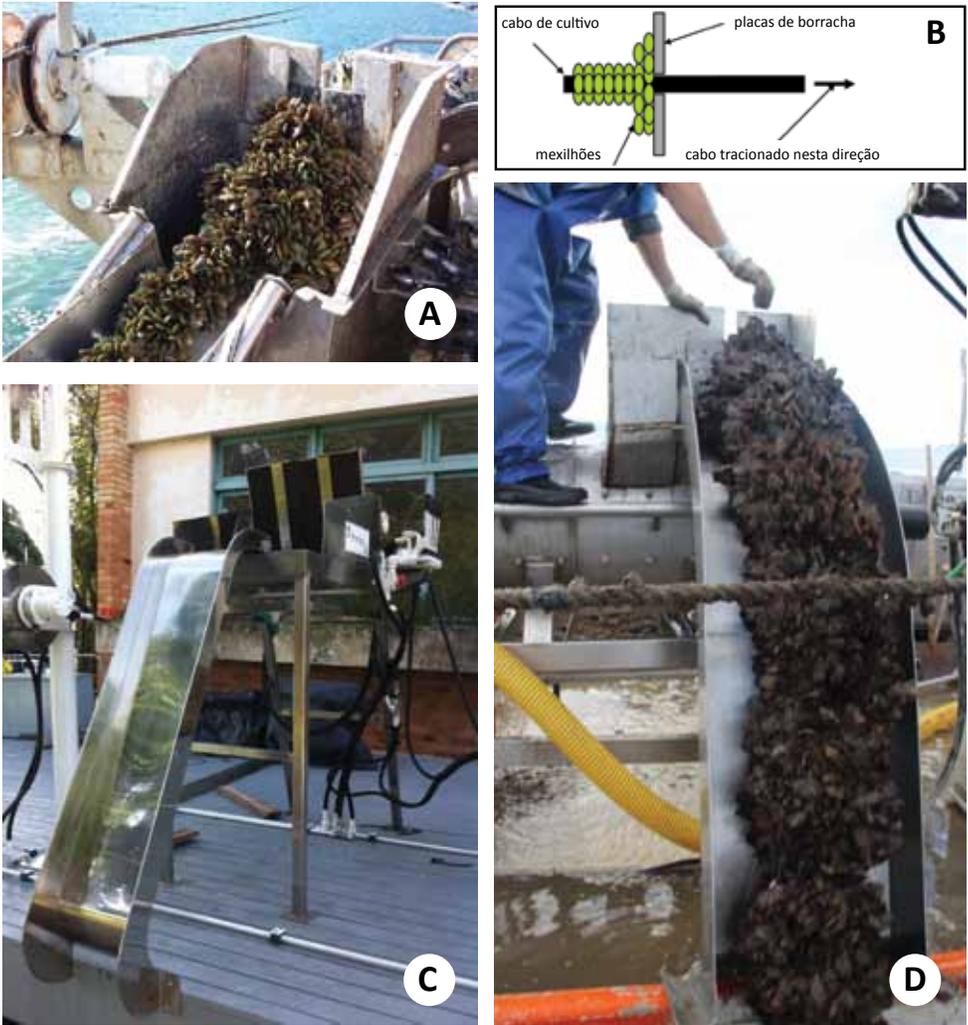


Figura 25. (A) Sistema extrator retirando sementes de mexilhões do coletor; (B) Esquema de retirada dos mexilhões do cabo; (C e D) Rampa para recolhimento de cabo de cultivo.

Uma vez que os mexilhões foram retirados do cabo de cultivo, eles precisarão ser desagregados, isto é, separados individualmente e lavados. Existem modelos de máquinas desagregadoras com motores elétricos, de combustão ou hidráulicos (Figura 26).



Figura 26. Máquina de pequeno porte desagregar mexilhões utilizadas em Santa Catarina: (A) motor elétrico (B) motor a gasolina e (C) hidráulica.

Por questões de segurança, as desagregadoras elétricas são empregadas em terra, para desagregar pencas de mexilhões colhidas manualmente. Para a colheita mecanizada a bordo de uma embarcação, o produtor, preferencialmente, deve utilizar máquinas com motores a combustão ou, preferencialmente, hidráulicos.

Com sistema extrator e desagregador em um conjunto, as máquinas hidráulicas podem empregar de 1 a 4 motores, de acordo com o volume de mexilhões que conseguem colher e desagregar por hora. Em geral, essas máquinas são compostas por três estágios complementares: rampa de colheita com sistema extrator dos mexilhões dos cabos; cilindro desagregador dos grumos de mexilhões; e cilindro de lavagem e limpeza dos mexilhões (Figura 27).



Figura 27. (A) Esquema com partes da máquina desagregadora; (B) Máquina hidráulica de grande porte para colher e desagregar mexilhões.

#### 4.4.3 Máquina semeadora

Outra máquina importante para o cultivo mecanizado de mexilhões é a semeadora. Essa máquina permite o ensacamento contínuo de sementes ao redor do cabo de engorda, com uma malha de algodão biodegradável. A semeadora assegura que a corda de cultivo terá diâmetro e densidade de sementes uniformes, sem acúmulo de mexilhões



em alguns trechos, como pode ocorrer quando o produtor tenta fazer a semeadura contínua de forma artesanal e sem o equipamento adequado (Figura 28).

Figura 28. Cabo recém-semeado em sistema contínuo sem emprego de semeadora e com diâmetro desuniforme.

A semeadora da Figura 29 regula a quantidade de sementes adicionada ao cabo de engorda, além de contar com um medidor para manter todas as cordas com o mesmo comprimento. O controle da quantidade uniforme de sementes e do comprimento das alças de cordas penduradas no sistema contínuo é fundamental para que o produtor tenha controle do volume de mexilhões que ele cultiva, permitindo que ele possa prever com boa margem de segurança quantas toneladas estará colhendo ao final do período de engorda. Além disso, a densidade de sementes por metro de corda é um fator muito importante, que será melhor discutido adiante, na seção sobre engorda dos mexilhões.

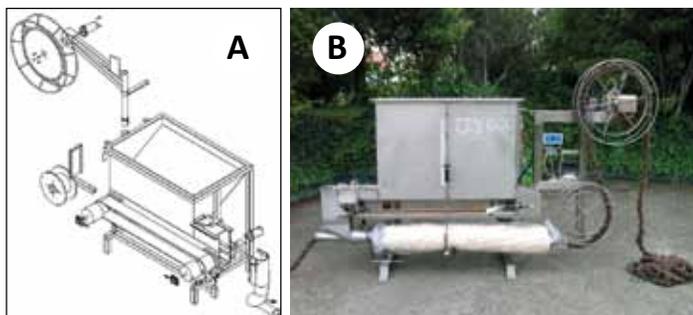


Figura 29. (A) Esquema com as partes da máquina semeadora de mexilhões (B) Máquina semeadora de mexilhões. Foto: Murray Connor (Anasco Engineering).

As sementes são inseridas no contentor, e uma esteira transportadora na base do contentor as transporta até o ponto de entrada do cabo de engorda. Logo em seguida, o cabo e as sementes passam por dentro de um tubo contendo a malha de algodão, e saem na outra extremidade deste tubo já ensacadas. Uma roda condutora mantém o cabo semeado esticado enquanto a roda superior traciona a corda de cultivo, modelando-a, controlando seu comprimento e avisando, através de um sinal sonoro, o momento de amarrar o cabo de fixação da corda de cultivo, de acordo com a profundidade do local e o comprimento da alça. Esse comprimento é previamente definido pelo produtor e inserido no controle do medidor da corda com alarme sonoro. As semeadoras operam com motor hidráulico e podem semear até 60m de corda por minuto. Na verdade, a velocidade de semeadura com essas máquinas é limitada apenas pela capacidade do produtor em amarrar rapidamente o cabo semeado na linha mestre do *longline* (Figura 30).



Figura 30. Cabo recém semeado em sistema contínuo. Foto: Joe Franklin Jnr (Quality Equipment).

#### 4.4.4 Máquina classificadora

Outro tipo de máquina bastante útil para o sistema de cultivo contínuo são as classificadoras (Figura 31). Idealmente, essas máquinas devem ser empregadas para separar sementes por tamanho antes do processo de sementeira. Semear os mexilhões de tamanhos diferentes em cabos separados proporciona uma uniformidade maior do produto no momento da colheita.



Figura 31. Máquina hidráulica para classificar mexilhões.

Além das máquinas de colheita, plantio e classificação, o produtor que ingressar no sistema contínuo e mecanizado necessitará também de elevadores para erguer os *longlines* duplos e de uma grua hidráulica para mover o produto colhido, sementes e equipamentos a bordo da embarcação e nas operações de carga e descarga. Os elevadores

(Figura 32) podem ser hidráulicos ou manuais. Se o produtor optar por utilizar máquinas de cultivo hidráulicas, vale a pena considerar também os elevadores quando for realizado o dimensionamento do sistema hidráulico do barco.



Figura 32. Elevadores de *longline* com acionamento hidráulico.

#### 4.4.5 Grua hidráulica

A grua hidráulica é um equipamento indispensável para a produção mecanizada de grandes volumes de mexilhões. A grua deve ser posicionada na embarcação de forma que consiga realizar as operações de movimentação de contentores (por exemplo, *big bags* ou *bins*) com mexilhões adultos, sementes e cabos usados.

Para semear no sistema contínuo é preciso erguer um *big bag* com sementes sobre o contentor de sementes da máquina semeadora. Isso somente é possível com o auxílio de uma grua. Da mesma forma, à medida que os mexilhões adultos são colhidos e desagregados, eles são acondicionados em *big bags* que precisam ser movimentados e empilhados no convés do barco. Simultaneamente à colheita, outros *big bags* são enchidos com cabos de cultivo usados, que também precisam ser movimentados e acondicionados de forma organizada na embarcação (Figura 33).



Figura 33. Emprego da grua hidráulica em operação com *big bags* nas etapas de (A) colheita e (B) semeadura.



Além das operações de cultivo propriamente ditas, a grua é indispensável para desembarcar o produto colhido, transferindo os *big bags* para um veículo terrestre, bem como para embarcar *big bags* com cabos e outros materiais de cultivo com peso elevado.

Figura 34. Grua hidráulica empregada na manutenção de *longline* duplo em Santa Catarina.

Existem vários modelos de guas disponíveis no mercado. O produtor deve identificar qual modelo melhor se adapta as suas condições e necessidades (Figuras 34 a 37).

Figura 35. Grua hidráulica instalada sobre balsa de pequenas dimensões em Santa Catarina.



Figura 36. Grua hidráulica empregada na movimentação do produto a bordo de balsa em Santa Catarina.

Um ponto a ser observado na escolha da grua é que, em geral, os modelos disponíveis no mercado brasileiro não são desenhados para operação a bordo de embarcações. Isso pode não parecer importante, mas guas desenvolvidas especialmente para trabalhar no mar possuem várias características que tornam seu desempenho e durabilidade bastante superiores aos das guas desenhadas para o trabalho em caminhões. Entre algumas características, podemos citar: instalações hidráulicas em aço inoxidável, pistões com tratamento especial anti-corrosão, fundo e pintura específicos para o ambiente marinho, além de base reforçada para trabalhar com cargas erguidas em mar revolto.



Figura 37. Embarcação de alumínio com grua hidráulica marinha.

Equipamentos como elevadores e grua hidráulica necessitam estar muito bem ancorados na estrutura interna do casco, e não apenas no assoalho do convés. Por esse motivo, embarcações de aço ou de alumínio permitem uma instalação mais segura para erguer grandes pesos.

#### 4.4.6 Acessórios e outros equipamentos mecânicos

Outra máquina que pode ser necessária no layout da embarcação é a esteira transportadora (Figura 38). Quando se trabalha com uma máquina com capacidade de colher 3 ou 4 toneladas/hora, o produtor dificilmente conseguirá manejar rápida e continuamente caixas plásticas com capacidade de 30kg para acondicionar o produto colhido. A esteira é utilizada para transportar os mexilhões colhidos da máquina colhedora até os big bags.

Figura 38. Esteira transportadora posicionada entre máquinas de desagregar e classificar mexilhões.  
Foto: Misya Su Ürünleri.



As esteiras também podem ser utilizadas em conjunto com a classificadora, transportando sementes de tamanho distintos para os big bags.

Tanto a máquina colhedora quanto a máquina semeadora necessitam de aporte de água salgada quando estão em operação. Durante a colheita a água salgada tem a dupla função de mover os mexilhões ao longo da máquina e de lavar o lodo aderido aos animais. Na semeadura, a água auxilia a movimentação das sementes para dentro do tubo que contém o cabo de engorda e a malha de algodão. Por isso, o último equipamento importante a bordo da embarcação é a bomba hidráulica, com uma vazão de 150L/min.



contém o cabo de engorda e a malha de algodão. Por isso, o último equipamento importante a bordo da embarcação é a bomba hidráulica, com uma vazão de 150L/min.

Figura 39. Sistema para lavagem do cabo de cultivo, antes de seu acondicionamento em um *big bag*.

Existem também sistemas bastante simples para lavar os cabos de engorda (Figura 39), ainda na embarcação, logo após a retirada dos mexilhões das cordas de cultivo. Finalmente, a água do mar é também utilizada para lavar o convés, ao final de um dia de trabalho. O produtor pode utilizar apenas uma bomba para atender todas essas necessidades a bordo.

As rodas estrela são empregadas para manter a embarcação paralela ao *longline* durante as operações de colheita e semeadura (Figura 40). Esse equipamento permite que o barco se mova para frente ao longo do *longline* sem a necessidade de continuamente amarrar e soltar cabos. As rodas estrela podem ter acionamento simples, sem motores, ou com motores hidráulicos.



Figura 40. Rodas estrela com motor hidráulico em operação durante semeadura de mexilhões.

Por último, e não menos importante do que os equipamentos já apresentados, se a opção do produtor for por equipamentos hidráulicos, o barco deverá possuir boa bomba e sistema de distribuição de pressão hidráulica, preferencialmente com um motor destinado exclusivamente para a operação das máquinas e da grua (Figura 41).



Figura 41. Grupo gerador com bomba hidráulica para operação das máquinas de cultivo de mexilhão.  
Foto: Asnco Engineering.

Para operar apenas as máquinas de colher, semear e classificar com esteiras elevadoras, um grupo gerador de 50HP com tanque de óleo com capacidade para 300 litros é o suficiente. Para operar as máquinas de cultivo, a grua hidráulica e os elevadores hidráulicos, é preciso um grupo gerador maior, com 80HP. É ideal que o tanque de óleo hidráulico possua grandes painéis laterais removíveis e um ralo de drenagem com grande diâmetro para inspeção e limpeza. Além disso, o grupo gerador deve possuir um manômetro para verificação da pressão hidráulica.



## 5 Embarcações

Como já apresentado no primeiro capítulo, a adoção do cultivo mecanizado e a produção em sistema contínuo exigem investimento em uma série de equipamentos até então não empregados por maricultores brasileiros. Ao empregar máquinas de plantio e colheita, o volume de produção torna-se muitas vezes superior aos volumes obtidos no cultivo artesanal. Assim, será igualmente necessária uma embarcação capaz de transportar máquinas, equipamentos, tripulação e todo o produto colhido. Para tanto, é importante que a embarcação disponha de um amplo convés.

Independentemente do tamanho da embarcação, é essencial que o produtor tenha um projeto elaborado por um engenheiro naval e que o projeto seja avaliado e aprovado pela autoridade marítima antes de sua construção. Segundo a Capitania dos Portos de Santa Catarina, é muito comum que produtores solicitem o registro de embarcações sem projeto e sem condições mínimas de segurança.

Considerando que os maricultores catarinenses são, em sua grande maioria, detentores de áreas entre 1 e 2 hectares, com uma produção mensal entre 5 e 10 toneladas, tal embarcação somente se tornaria viável se fosse compartilhada por grupos de produtores instalados em uma mesma região, trabalhando com escalas e agendamento para realizar operações de semeadura e colheita.

Outra forma de adoção compartilhada das máquinas de cultivo seria a instalação dos equipamentos em uma balsa rebocável, com uma área limitada para acondicionar alguns big bags com cabos, enquanto o produto colhido é transferido imediatamente para barcos menores de carga (Figura 42).



Figura 42. Balsa de aço rebocável com equipamentos hidráulicos e grua.

Alguns produtores locais que já utilizam máquinas de colher de forma individual têm empregado balsas pequenas e caixas de 30kg para transportar os mexilhões (Figura 43). Apesar da limitada capacidade operacional, esses produtores conseguiram, com um investimento relativamente baixo, mecanizar boa parte do processo de cultivo e aumentar sua produtividade.



Figura 43. Embarcações de pequeno porte construída em madeira, com equipamento para colheita mecanizada

A embarcação pode ser construída em várias opções de material, como madeira, fibra de vidro, polietileno de alta densidade, aço e alumínio naval. Ao selecionar o material, o produtor deve levar em consideração o projeto da embarcação, bem como os custos de fabricação e de manutenção. O alumínio naval é o melhor material para embarcações projetadas para colher e transportar grandes volumes de mexilhões.



Figura 44. Vista da popa (A) e proa (B) de uma balsa de madeira com motor de popa e flutuadores de polietileno de alta densidade.



Figura 45. Embarcação de madeira e fibra de vidro durante operação de colheita mecanizada em Palhoça, SC.



Figura 46. Embarcação de pequeno porte com grua hidráulica e espaço para acondicionamento de *bins* em Santa Catarina.

Os exemplos de embarcações e balsa mostrados nas Figuras 44 a 46 permitem a adoção do cultivo mecanizado por produtores isolados ou organizados em pequenos grupos. Apesar de já contribuírem consideravelmente para a mecanização do processo, essas soluções ainda não incorporaram a semeadura mecanizada, nem a utilização de gruas e big bag para manejo de grandes volumes de produto destinado ao mercado, assim como das sementes e dos cabos de cultivo. Para atender todas essas necessidades, seria preciso uma embarcação com maior capacidade de carga e espaço no convés, bem como de uma grua para movimentar os big bags (Figuras 47 a 49). Tal tipo de embarcação somente poderia ser adotado por associação de produtores organizados, com um volume de produção que justificasse o investimento.



Figura 47. Embarcação de alumínio de grande porte com grua hidráulica e *big bags* na Nova Zelândia.



Figura 48. Embarcação de médio porte apropriada para o cultivo mecanizado de mexilhões.  
Fotos: Mark Andrews (Boston Bay Mussels).



Figura 49. Embarcação de médio porte com grua hidráulica.  
Foto: Joe Franklin Jnr (Quality Equipment).



## 6 Poitas

Assim como os equipamentos apresentados anteriormente, as poitas empregadas no sistema contínuo de cultivo precisam ser mais pesadas e especialmente projetadas para assegurar que os *longlines* não se movam, mesmo nas piores condições de mar.

Os *longlines* estão sujeitos a diversas forças. Quando essas forças são maiores do que as de resistência ou de anulação, ocorre um deslocamento do sistema, o que, em alguns casos, provoca danos importantes, como rompimento de cabos. Uma vez rompido o cabo do *longline*, as boias se agrupam para formar uma área de maior choque ou resistência, e um efeito “dominó” é desencadeado, envolvendo outros *longlines* próximos.

Esse é um ponto fundamental que precisa ser cuidadosamente considerado pelo produtor. É preciso levar em conta que nesse sistema de cultivo o volume de mexilhões em cada *longline* pode ser muitas vezes superior ao volume mantido no sistema artesanal. Isso significa que uma perda de produção por mal dimensionamento das poitas causaria prejuízos maiores, sem considerar todo o investimento realizado nos equipamentos necessários ao cultivo contínuo, como boias e cabos. A segurança do investimento e da produção e a tranquilidade do produtor em dias de tormenta dependem de um fundeio bem projetado e executado.

Para dimensionar o sistema de fundeio, o produtor deve levar em conta o comprimento do *longline*, o comprimento vertical das cordas de cultivo, a quantidade e o volume das boias, a amplitude de marés, a altura das ondas, além da direção e velocidade das correntes marinhas e do vento predominante no local.

Algumas forças, como as correntes marinhas, atuam sobre a superfície submersa do *longline*, formada pela parte submersa das boias, cabos de cultivo e mexilhões aderidos. Outras forças, como o vento, atuam predominantemente sobre a porção exposta acima da superfície.

Recomenda-se executar cálculos para orientação e localização dos *longlines* no sentido da corrente, para minimizar qualquer efeito de fricção da superfície submersa e da superfície molhada. Apesar das correntes serem as maiores forças que a ancoragem deve suportar, o movimento vertical das ondas pode causar um deslocamento ainda maior, principalmente quando a embarcação de cultivo estiver amarrada ao *longline* durante o manejo do cultivo ou se a flutuação das boias for excessiva.

Alguns produtores utilizam estacas de aço, concreto ou madeira enterradas no substrato marinho para fixar seus *longlines* (Figura 50). As estacas devem ser enterradas com um ângulo de 45º na direção contrária ao *longline*.

Um inconveniente desse sistema de fundeio é que, como as estacas são enterradas com parte do cabo de fundeio sob o leito do mar, se o cabo se partir ou soltar a estaca estará perdida para sempre, e o produtor não terá onde prender o *longline*. Em geral, problemas com o fundeio do *longline* surgem quando ele está carregado de produtos com tamanho comercial, implicando prejuízos ainda maiores devido ao mal dimensionamento do sistema de ancoragem.



Figura 50. Estacas de aço para fundeio de *longlines*.  
Foto: Gilberto Manzoni (Univali).

Por outro lado, quanto maior a poita de concreto, mais perigosos, trabalhosos e caros serão os procedimentos para efetuar o transporte e a instalação no mar. Enquanto as estacas podem ser mais compactas do que poitas de concreto, elas podem se soltar e não são apropriadas para suportar a estrutura do *longline* a longo prazo, mesmo quando enterrados no sedimento mole. A praticidade, facilidade e menor custo das estacas tendem a resultar em maiores despesas em longo prazo devido a sua difícil manutenção.

O produtor deve fazer uma avaliação cuidadosa das diversas opções de fundeio e uma análise comparativa entre baixo custo e praticidade inicial contra manutenção no longo prazo, acesso à poita e segurança de sua produção considerando não apenas os primeiros 5 anos, mas também para 10 anos de desenvolvimento e expansão de seu cultivo.

Um bom desenho de poita para fundeio de *longlines* é o modelo neozelandês ilustrado nas Figuras 51 e 52.



Figura 51. Poita de concreto utilizada em *longlines* para mexilhões.

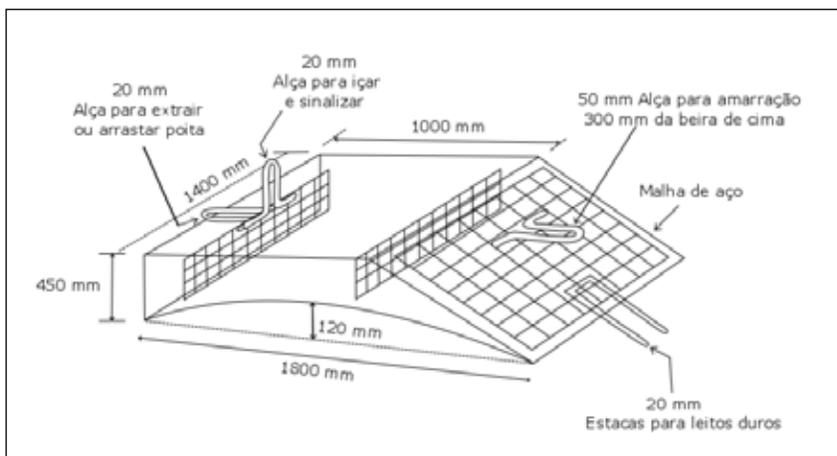


Figura 52. Croqui da poita de concreto para *longlines* de mexilhão.  
Figura reproduzida de Dias et al., 1986.

As dimensões apresentadas no croqui da Figura 52 são para uma poita de 2,5 toneladas. Para locais com correntes superiores a 2,5 nós, as dimensões deverão ser aumentadas para construção de uma poita de 3,5 toneladas. Alguns detalhes importantes desse projeto de poita são:

- Os prolongamentos de aço na extremidade frontal guiam a poita para a posição correta durante a instalação e auxiliam sua capacidade de se manter imóvel sobre o leito marinho.
- A curvatura do bloco é essencial para dar o melhor ângulo de tração e para prover um vácuo que aumenta o seu poder de retenção.
- A alça para amarração do *longline* deve estar apenas 1/3 da distância até a parte superior da poita. Se for colocada mais abaixo, a extremidade frontal da poita poderá se erguer.
- A alça para içar deve estar deslocada do centro de gravidade, para trás, auxiliando a inclinação da poita para a frente no momento da instalação.
- Um pequeno segmento de corrente deve ser instalado no primeiro metro para evitar a abrasão do cabo com a poita.

No dimensionamento do sistema de fundeio, é preciso considerar as piores condições de mar já observadas na região, tomando em conta que: as boias utilizadas no sistema contínuo causam maior resistência às ondas e ao vento; o *longline* duplo no sistema contínuo pode conter até cinco vezes mais volume de mexilhões do que no sistema de cultivo artesanal; e eventos extremos como ciclones subtropicais tendem a se tornar mais frequentes devido às alterações climáticas em escala global.

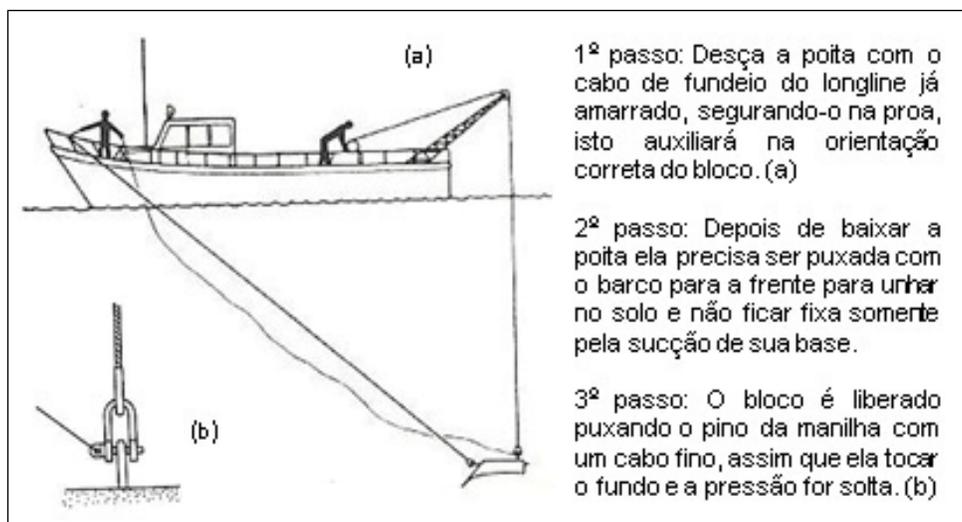


Figura 53. Procedimento para instalação de poita de concreto. Reproduzido de Dias et al. (1986)

A instalação de várias poitas pesadas de concreto pode ser perigosa, especialmente quando são lançadas ao fundo rapidamente. Uma balsa de grandes proporções pode ser alugada, mas também é possível utilizar barcos de trabalho menores para transportar as poitas em dias de mar calmo, se o local de cultivo não for muito distante. As figuras 53 e 54 apresentam dicas para instalação precisa e transporte seguro de poitas de concreto.

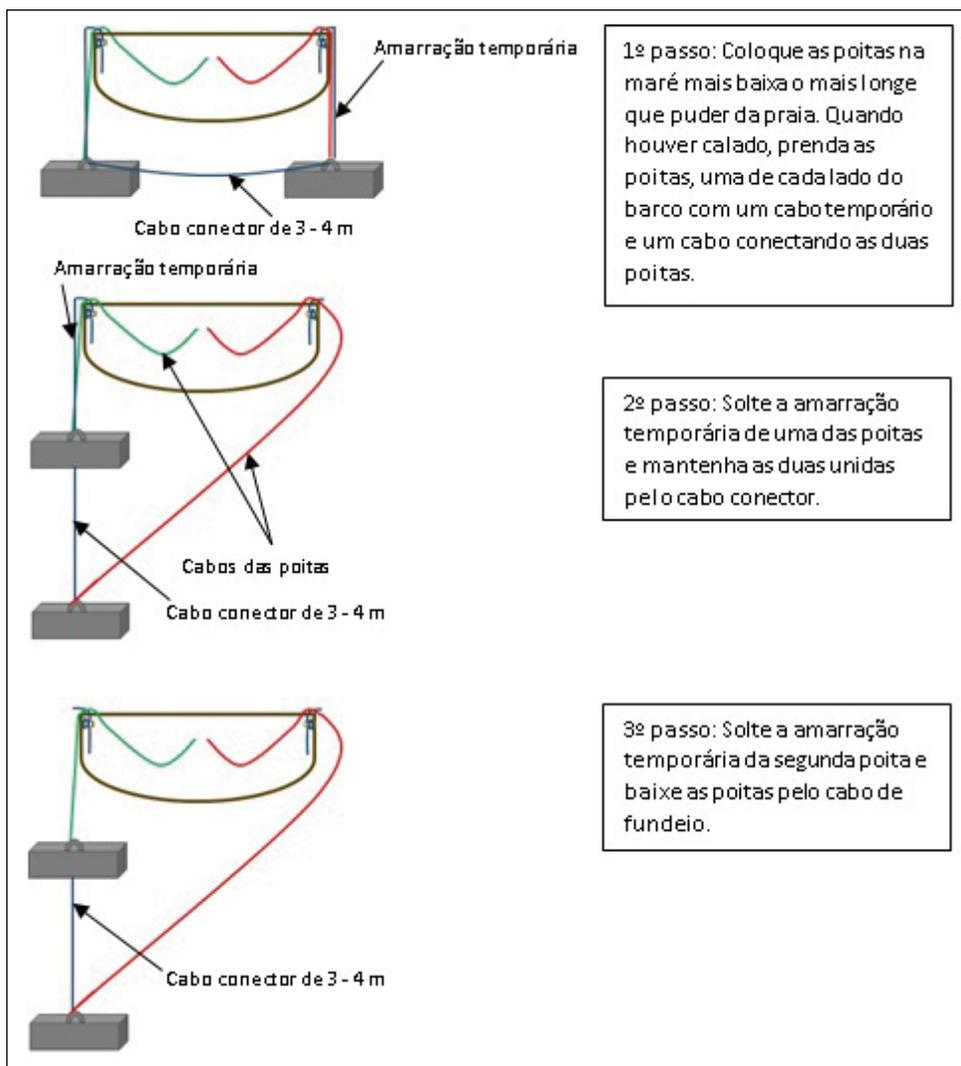


Figura 54. Método de transporte para poitas de concreto. Reproduzido de Bonardelli (2013)

Outra forma de instalar uma poita de concreto é com o auxílio de uma pequena balsa com barris de 200L, com um vão central, um pau de carga e uma talha manual (Figura 55). Nesse caso, as poitas são posicionadas o mais adentro do mar possível durante a maré baixa. As poitas podem ser movidas com o auxílio de canos de aço sobre vigas de madeira, usando-os como estivas. Quando a maré estiver cheia, a balsa deve ser posicionada sobre a poita, que pode ser erguida com uma talha manual. Após erguer a poita, a balsa pode ser rebocada até o local onde será instalada, e a poita pode ser baixada novamente com o auxílio da talha.



Figura 55. Pequena balsa para transporte individual de poitas.

Em alguns países onde o cultivo mecanizado de mexilhões já se encontra bastante desenvolvido, os *longlines* são fundeados com âncoras trado (Figuras 56 a 58). Esse tipo de ancoragem é bastante prático e rápido, uma vez que utiliza brocas instaladas no bordo da embarcação, e também porque as âncoras trado podem ser transportadas desmontadas, de forma que os pratos do trado são fixados ao eixo somente no momento da instalação.

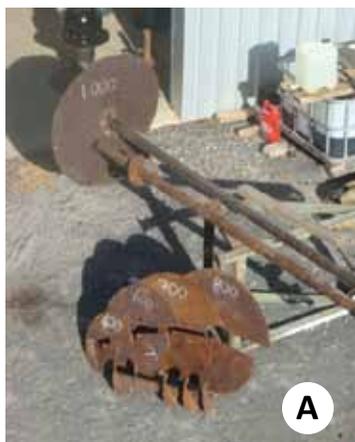


Figura 56. (A) Âncora trado com diversos modelos de prato, (B) Eixo prolongado para fixação a partir da embarcação.  
Foto: Graham Fielder (Fielder Marine Services).

São empregados pratos com diâmetros distintos, de acordo com o tipo de fundo, sendo que em sedimentos lodosos se utilizam pratos de maior diâmetro. Apesar desse tipo de fundeio ainda não ser empregado no Brasil, é o que apresenta maior estabilidade horizontal e vertical, precisão, além de ser extremamente rápido e prático, com instalação de um trado a cada três minutos. O emprego de âncoras trado poderia contribuir fortemente para o Brasil avançar no processo de migração do sistema artesanal para o sistema mecanizado de cultivo de mexilhões.



Figura 57. Embarcação com broca hidráulica para instalação de âncoras trado de pequeno porte.

Foto: Grahan Fielder (Fielder Marine Services)

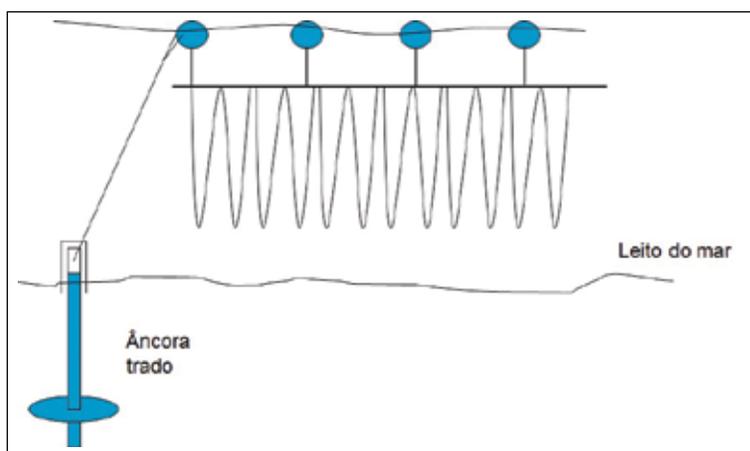


Figura 58. Esquema de fundeio de *longline* submerso com âncora trado.

Fonte: Grahan Fielder (Fielder Marine Services).



## 7 Cálculo de cabos e boias

### 7.1 Cabo principal ou linhas mestre do *longline*

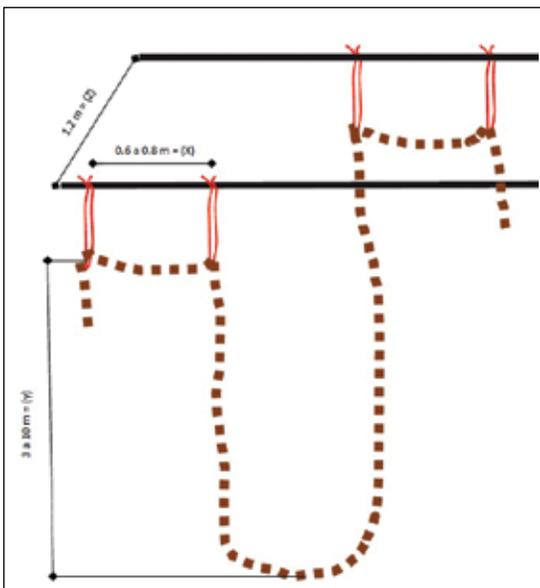
O cálculo do cabo principal do *longline* é bastante simples. Procurando sempre evitar o corte desnecessário dos cabos, que são geralmente vendidos em bobinas de 220m, o produtor pode utilizar essa medida para fazer um *longline* duplo de 100m, sobrando dois pedaços de 10m em cada extremidade para amarração com o cabo da poita.

### 7.2 Cabo da poita

O cabo da poita deverá ser calculado considerando a profundidade máxima do local na maré alta e calculando um comprimento três vezes maior do que essa profundidade. Em locais com correntes maiores do que 2,5 nós, é recomendável utilizar uma relação de cabo de fundeio/profundidade de 1:4.

### 7.3 Cabo de engorda

Para calcular a quantidade de cabo de engorda a ser instalada, o produtor deve considerar o comprimento do *longline*, o comprimento das alças das cordas de cultivo, o espaçamento entre as linhas mestres (duplas) e o espaçamento entre uma alça de corda e a próxima (Figura 59).



#### Considerando:

C = Comprimento do longline da primeira à última boia (ex. 100 m).

X = Espaço entre duas alças contíguas (ex. 0,8 m).

Z = Espaço entre as linhas do longline duplo (ex. 1,2 m).

Y = Profundidade das alças com cabos de cultivo (ex. 3 m).

#### A quantidade de cabo de engorda por *longline* será:

$$= ((C/X) + 1) \times (X + 2Y + Z)$$

Exemplo:

$$= ((100/0,8) + 1) \times (0,8 + (2 \times 3) + 1,2) \\ = 1.008 \text{ m aproximadamente}$$

Figura 59. Típica instalação de cabo de engorda em sistema contínuo de cultivo com *longline* duplo.

O espaçamento horizontal de pelo menos 0,7m entre uma alça e a próxima é essencial para evitar que as alças atriem uma na outra, causando o desprendimento de mexilhões ou afetando o crescimento normal das conchas.

O comprimento das alças deve manter pelo menos um metro de afastamento do substrato marinho, na maré mais baixa. Esse espaçamento é muito importante para evitar que os cabos de cultivo toquem o fundo, permitindo que predadores como estrelas do mar e caramujos subam pelas cordas de cultivo, e para evitar o acúmulo e facilitar o espalhamento de biodepósitos<sup>5</sup> gerados pelos mexilhões.

Os 1.008m de cabo de cultivo instalados no sistema contínuo representam um volume bem superior aos 300m de cabos que podem ser instalados de forma artesanal em um *longline* de 100m. Considerando uma produtividade de 12kg/m, um *longline* duplo cultivado em sistema contínuo pode manter 12 toneladas de produto em tamanho comercial, contra apenas 4,5 toneladas de um *longline* simples no sistema tradicional. Isso representa um volume de mexilhões três vezes superior. Por esse motivo, o produtor deve calcular muito bem não apenas o fundeio do *longline*, mas também a necessidade de flutuação e dimensionar corretamente o número e volume das boias a serem utilizadas.

A distância entre uma alça e outra (X) deve ser maior em locais com correntes superiores a 2,5 nós (1,2m/s), principalmente em locais onde a profundidade permitir a instalação de alças mais longas do que 3 metros, caso contrário a corrente poderá empurrar uma alça sobre a outra, fazendo com que os mexilhões fiquem em atrito e prejudicando o bom desenvolvimento das conchas.

Em locais com correntes superiores a 3 nós pode ser necessário alterar a posição de instalação das alças, posicionando-as longitudinalmente no sentido da corrente predominante, de forma a diminuir seu deslocamento e impedir o contato entre uma alça e outra (Figura 60). A desvantagem dessa instalação alternativa é que a capacidade do *longline* fica reduzida à medida que menos alças de cordas de cultivo podem ser penduradas nesse sentido.

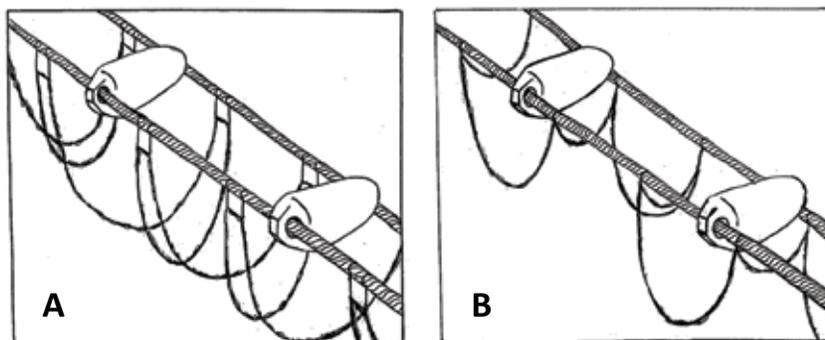


Figura 60. Instalação alternativa das alças com cabo de cultivo para locais com correntes marinhas fortes. (A) Instalação convencional transversal; (B) Instalação alternativa longitudinal.

<sup>5</sup>Fezes e pseudofezes dos mexilhões.

Em locais mais abrigados de correntes fortes, o produtor pode optar por instalar os cabos de engorda de forma enviesada (Figura 61). Essa disposição dos cabos permite a instalação de até 30% de cabo a mais do que utilizando a instalação normal, em um *longline* com o mesmo comprimento.

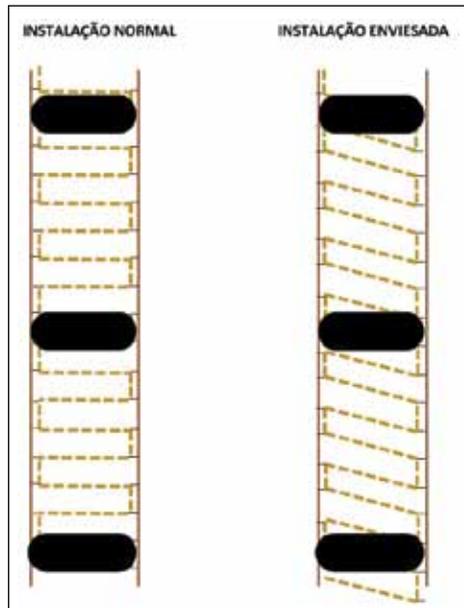


Figura 61. Esquema com vista superior do *longline* de engorda com instalação normal e instalação enviesada.

## 7.4 Cálculo de boias

As boias compõem cerca de 30% do custo dos *longlines*. Por isso é importante que o produtor não apenas as utilize de forma inteligente, mas também compare custos, calculando o preço por litro de flutuação e considerando a longevidade e durabilidade do equipamento.

Para um objeto parcial ou totalmente submerso na água, há uma força de impulsão ascendente, igual ao volume de água deslocado ( $V_d$ ) multiplicado pela densidade da água ( $\rho_{\text{água}}$ ) e pela força da gravidade ( $g$ ). Essa força, denominada empuxo ( $E$ ), pode ser calculada pela equação a seguir:

$$E = V_d \times \rho_{\text{água}} \times g. \text{ Essa força atua para cima.}$$

O peso do objeto ( $P = m \times g$ ) atua para baixo.

$$\text{A soma dessas forças é } \Sigma F = E - P = (V_d \times \rho_{\text{água}} \times g) - (m \times g)$$

Quando se trata do dimensionamento de boias para *longlines*, é preciso considerar que:

1) A densidade da água do mar é  $1.040 \text{ kg/m}^3$ , desse modo um litro de água marinha pesa  $1,04 \text{ kg}$ .

2) O peso relativo dos mexilhões dentro da água ( $Pr$ ) equivale a 30% de seu peso fora da água, logo  $Pr = (P \times 0,3)$ .

3) As boias geralmente não terão 100% de sua capacidade de flutuação utilizada, caso contrário elas ficarão completamente submersas. Por isso o produtor deve partir do princípio que a capacidade útil (Cútil) de flutuação de uma boia corresponde a cerca de 70% da sua capacidade de flutuação total. Desse modo, cerca de 30% do seu volume ficará acima da superfície do mar.

Considerando o exposto, podemos demonstrar o cálculo da quantidade de boias, com volume de 250 litros, necessária para sustentar um *longline* de 100m de comprimento com 1.008m de cordas de mexilhões, instaladas em alças de 3m de profundidade, com um peso total de 12 toneladas no momento da colheita.

#### **1º passo – Cálculo do peso relativo dos mexilhões (Pr)**

$$Pr = P \times 0,3 = 12.000\text{kg} \times 0,3 = 3.600\text{kg};$$

#### **2º passo – Cálculo do volume útil (Vútil) de cada boia**

$$\text{Vútil de uma boia de 250 litros} = 250 \times 0,7 = 175 \text{ litros};$$

#### **3º passo – Cálculo da capacidade útil (Cútil) de flutuação de cada boia**

$$\text{Cútil} = \text{Vútil} \times \text{págua}$$

$$\text{Cútil} = 175 \times 1,04$$

$$\text{Cútil} = 182\text{Kg}$$

#### **4º passo – Cálculo da quantidade de boias (Qboias)**

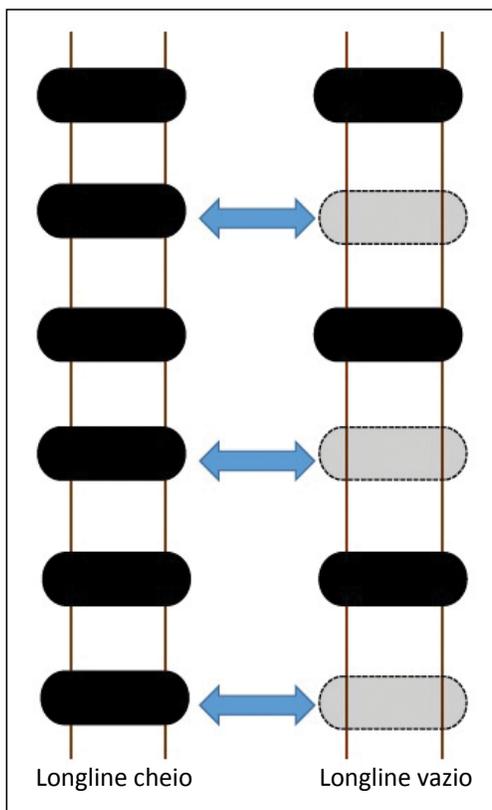
$$\text{Qboias} = Pr / \text{Cútil}$$

$$\text{Qboias} = 3600 / 182$$

$$\text{Qboias} = 19,78 \approx 20 \text{ boias}$$

Enquanto, por um lado, a instalação de boias aquém da necessidade de flutuação de sua produção pode levar o *longline* a ficar submerso, por outro o produtor também deve evitar a instalação de boias em excesso. Uma boia não carregada com o peso de mexilhões se move muito para cima e para baixo com o movimento das ondas, sacudindo os cabos de cultivo com mexilhões, o que pode causar desprendimentos e perdas de animais. Além disso, boias instaladas desnecessariamente somente contribuem para uma maior fixação de incrustações, como cracas e acídias, que precisarão ser removidas, aumentando a mão de obra na manutenção da fazenda. Por isso, é preciso manter um balanço entre o número de boias e o volume de mexilhões em cultivo. O ideal é que o produtor evite a instalação de muitas boias quando o *longline* não estiver muito carregado, como no começo do cultivo e após a captação de sementes com coletores ou semeadura mecanizada.

As boias devem ser adicionadas gradativamente, à medida que os mexilhões crescem e os *longlines* tornam-se mais pesados. Uma estratégia interessante empregada em países com maior produção é de trabalhar com pares de *longlines* que estarão totalmente carregados em épocas alternadas (Figuras 62 e 63). Apesar de trabalhoso, o processo de adicionar e remover boias de acordo com a necessidade do *longline* reduz o trabalho de limpeza das boias ao mesmo tempo que evita o balanço excessivo do *longline* não totalmente carregado, o que poderia causar despencamento e perdas de mexilhões.



Utilizando *longline* em pares o produtor precisará investir na aquisição de apenas 30 boias ao invés de 40 boias para instalar 2 *longlines* de 100 m.

1/3 do número de boias faz um rodízio entre o *longline* cheio e o vazio.

Figura 62. Esquema de rodízio de boias entre pares de *longlines*.



Figura 63. Adicionando boias ao *longline*.



## 8 Insumos

Além de insumos básicos, como combustível da embarcação, óleo do sistema hidráulico, lubrificantes e cabos de amarração, a produção mecanizada de mexilhões necessita apenas de uma malha tubular de algodão para o processo de sementeira.

### 8.1 Malha de algodão

Biodegradável, a malha de algodão (Figura 64) tem a função de manter as sementes próximas ao cabo de cultivo até que os mexilhões produzam seus biscoes e se adiram ao cabo. A malha de algodão se decompõe após cerca de três semanas no mar. A malha mais utilizada para semear mexilhões de 3 a 4cm é a de 100mm de diâmetro. Um quilo de malha permite a sementeira de 1.000m de cabo de cultivo com mexilhões.

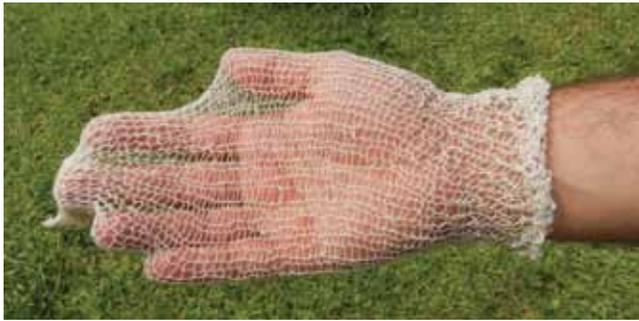


Figura 64. Malha tubular de algodão para sementeira de mexilhões.

A malha de algodão pode ser mais fechada ou aberta, dependendo do tamanho da semente que está sendo utilizada. Malhas com mistura de poliéster e algodão devem ser evitadas, pois os fios de poliéster não se degradam facilmente e acabam impedindo o bom crescimento e desenvolvimento das conchas dos mexilhões (Figura 65).



Figura 65. Mexilhões deformados por retenção dentro da malha com fio de poliéster.

Como o processo de semeadura mecanizado é bastante rápido, ao programar essa atividade o produtor deve preparar de antemão vários tubos de PVC carregados com malha tubular (Figura 66). Os tubos devem sempre ser embalados com saco plástico para evitar que a malha de algodão seja molhada antes de sua utilização na máquina.



Figura 66. Tubos de PVC carregados com malha de algodão e ensacados ao lado da máquina de semear.

## 8.2 Cabos para amarração de boias e mexilhões

Para a amarração das cordas de cultivo e das boias, o produtor pode empregar um cabo trançado de 5 a 7mm. Para amarrar as cordas utiliza-se 1,6m de cabo dobrado ao meio com um nó simples unindo as pontas. Esse cabo é usado duplo para evitar que qualquer torção dele seja transferida para as cordas de mexilhões, criando voltas nas alças (Figura 67). O nó empregado para pendurar as cordas de cultivo é o nó de calão (Figuras 68 e 69).

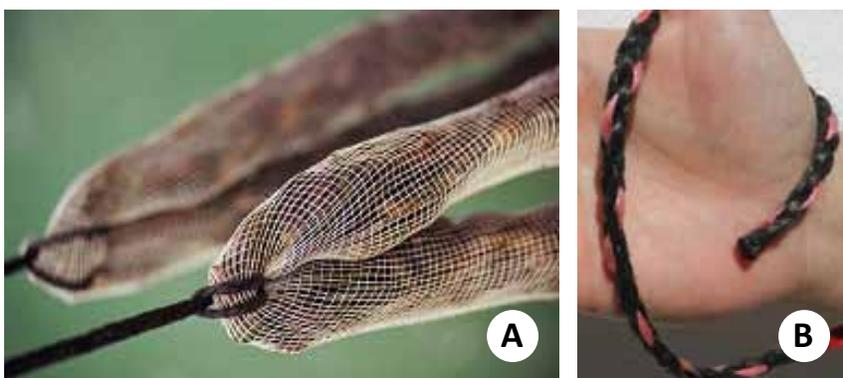


Figura 67. (A) Amarração da corda de cultivo recém semeada e (B) Detalhe do cabo de 5mm para amarração de boias e cordas de cultivo.

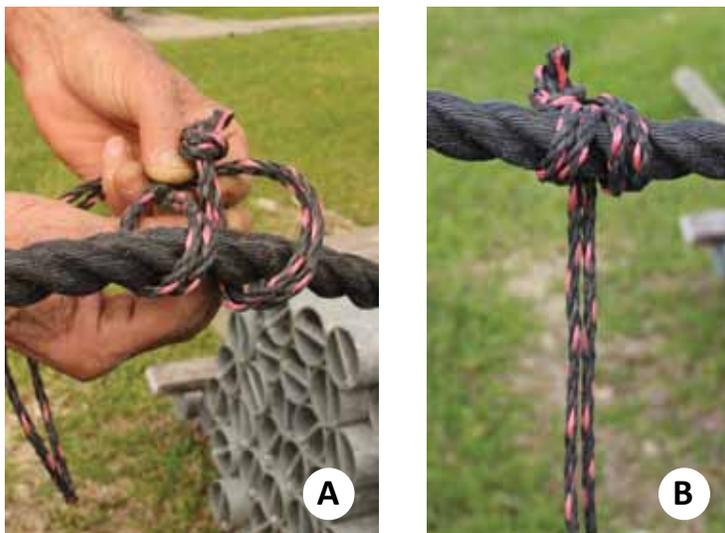


Figura 68. Nó de calão utilizado para pendurar o cabo de cultivo na linha principal do *longline*.

O espaçamento entre alças da corda contínua de cultivo pode variar de 0,6 a 0,8m, dependendo da velocidade das correntes marinhas. O distanciamento maior impedirá que as alças se choquem e se enrolem, causando perdas de mexilhões (Figura 69).



Figura 69. Espaçamento de cabo recém semeado, amarrado com dois cabos de 5mm duplos e nós de calão.

Para amarração das boias é recomendado utilizar 2,5 metros por nó, de forma a assegurar que as boias estejam bem fixadas e não se soltem durante um ciclo de cultivo.



## 9 Captação de sementes

As sementes do mexilhão *Perna perna* se fixam a coletores, boias e cabos com maior intensidade no primeiro  $\frac{1}{2}$  metro próximo à superfície do mar (Figuras 70 e 71).



Figura 70. Sementes de mexilhão recém-fixadas em cabo principal do *longline*.



Figura 71. Coletor de sementes com mexilhões de 6 a 7 meses após fixação.

O posicionamento dos coletores de sementes de forma horizontal, próximos a superfície, além de promover maior fixação, também dificulta a predação das sementes por peixes, que têm mais dificuldade de comer os mexilhões em cordas penduradas horizontalmente do que em cordas penduradas verticalmente nos *longlines*. Uma boa forma de instalar os coletores no mar é dispendo 160m desses cabos paralelamente em linhas duplas de 80m com boias duplas de 40L distanciadas por 16m uma da outra, e com boias duplas de 100L nas cabeceiras (Figuras 72 e 73).

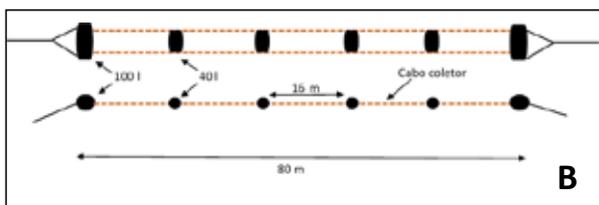


Figura 72. (A) Imagem e (B) esquema com instalação de coletores.

Os cabos coletores são instalados e removidos após seis meses. Já as boias de 100L das cabeceiras são instaladas com um cabo de 18 ou 20mm, permanecendo no mar presas às estacas mostradas na Figura 50. Detalhe da amarração das boias de 100L e dos coletores pode ser visto na Figura 73.

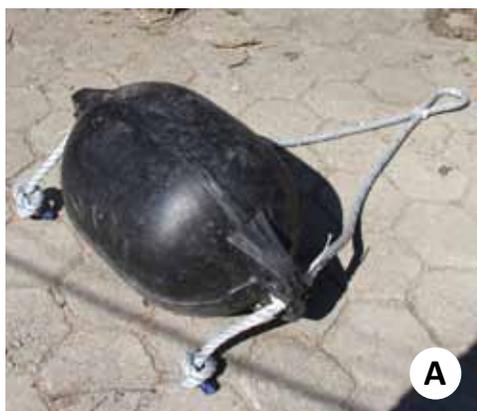


Figura 73. (A) Detalhe da amarração das boias de 100l na cabeceira de coletores; (B) Detalhe da amarração dos coletores na boia de 100l.

A instalação de coletores de forma intercalada com os *longlines* de engorda não é aconselhada porque o movimento dos coletores é afetado principalmente pela ação do vento, enquanto os *longlines* com cabos de engorda são mais afetados pelas correntes marinhas. Quando o vento e as correntes estão em direções contrárias, os coletores podem se prender ou chocar com os *longlines*, causando perda de sementes e prejudicando o desenvolvimento dos mexilhões em fase de engorda (Figura 74). Caso o produtor instale os coletores conforme o disposto na Figura 72, ele deve dispor de uma área à parte, separada de sua área de engorda, destinada exclusivamente à instalação de coletores e captação de sementes.

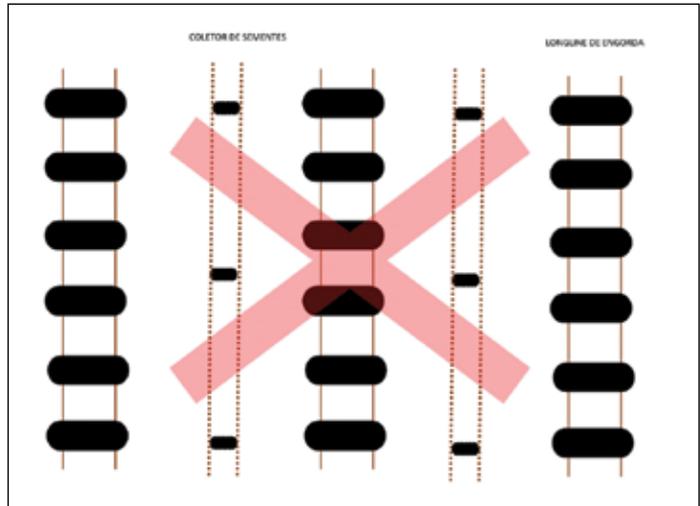


Figura 74. Disposição intercalada e incorreta de coletores e *longlines* de engorda.

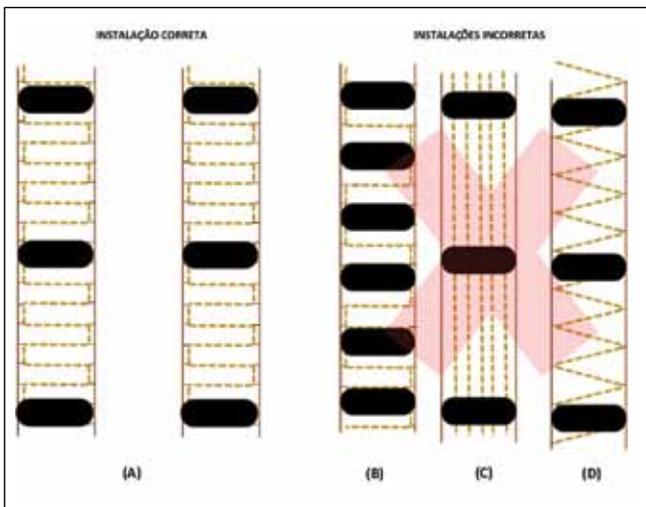


Figura 75. (A) Instalação correta e (B, C e D) instalações incorretas de coletores de sementes de mexilhão. (B) Excesso de boias, (C) coletores roçando as boias, e (D) coletores se chocando próximo ao ponto de amarração no cabo principal.

Em áreas menores do que 2ha, o espaço reduzido pode impedir a instalação de coletores, conforme disposto na Figura 73, juntamente com os *longlines* de engorda. Nesse caso, o produtor pode utilizar o próprio *longline* de engorda para a instalação de coletores de sementes, sendo possível instalar cerca de 400m de coletor em um *longline* duplo de 100m com boias de 250L. Nesse caso, o coletor deve ser instalado corretamente para impedir o choque entre pedaços contíguos do coletor e entre este e as boias, o que causaria a perda ou má-formação das sementes nos pontos de contato (Figuras 75 e 76).

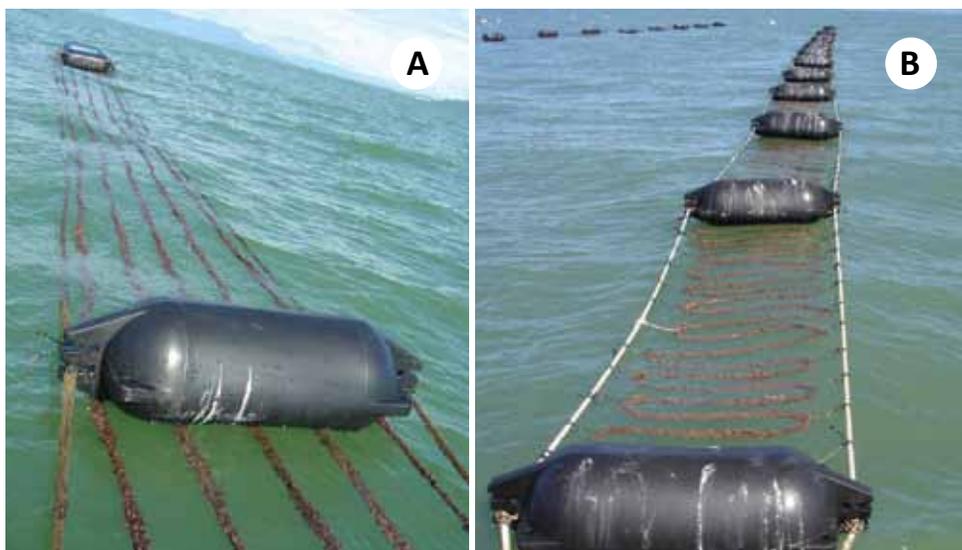


Figura 76. Instalações incorretas de coletores de sementes de mexilhão: (A) coletores roçando as boias, e (B) coletores se roçando próximo ao ponto único de amarração no cabo principal.

Os coletores com sementes fixadas devem ser mantidos próximos à superfície por cerca de cinco meses, até que os mexilhões atinjam o tamanho de 2 a 3cm e que não estejam mais tão vulneráveis à predação por peixes. Ao atingir este tamanho de concha, os mexilhões podem ser removidos do cabo coletor com a máquina de colher e ressemeados em menor densidade no cabo de cultivo. Alternativamente, a captação de sementes pode ser realizada diretamente em um cabo de cultivo utilizado como coletor, e este pode ser transferido para o *longline* de engorda ou, se já estiver instalado em um, simplesmente baixado para ser pendurado em alças, sem ressemeadura. Dependendo da densidade de mexilhões, serão necessários mais cinco a sete meses para atingirem o tamanho comercial e serem colhidos.

O processo de ressemeadura em menor densidade permite que os mexilhões disponham de espaço para crescerem sem competição por alimento, contribuindo para reduzir o tempo de cultivo até o tamanho comercial. Dependendo da intensidade da captação natural de sementes nos coletores (>1.000 sementes/m), é possível fazer 4m de cabo ressemeado a partir de cada metro de coletor com sementes.



Figura 77. Cabos de engorda utilizado como coletor e com mexilhões juvenis, prontos para transferência direta para o *longline* de engorda (as “bolotas” rosadas na imagem são ascídias).

Em alguns casos, especialmente quando o produtor ainda não dispõe do equipamento para semeadura em sistema contínuo, o aumento de produtividade e a redução do tempo de cultivo podem não justificar o trabalho de ressemeiar manualmente. Nesse caso, os coletores podem ser transferidos diretamente para o *longline* de engorda (Figura 77).

Esse procedimento de transferência direta para engorda, sem ressemeadura em menor densidade, é especialmente indicado para o período em que a temperatura do mar está mais alta (novembro a abril), com forte incidência de peixes migratórios que predam as sementes.

Os coletores podem ainda ser instalados em suportes de aço ou alumínio, permitindo um melhor aproveitamento do espaço nos *longlines* (Figura 78). Considerando que cada suporte desses pode conter até 80m de cabo coletor, e que em um *longline* de 100m é possível instalar até 25 unidades, o emprego dessa técnica permite a instalação de 2.000m de cabo coletor em apenas um *longline*.

Para captar a quantidade de sementes necessária para abastecer o *longline* utilizado no exemplo ilustrado no item 7.6 (*longline* de 100m, com alças de engorda de

3m de profundidade e 1.008m de cabo de cultivo) sem ressemeadura, seriam necessários sete coletores duplos de 80m instalados conforme o esquema apresentado na Figura 73. Ressemeando em menor densidade, os mesmos coletores poderiam suprir as sementes para 3 ou 4 *longlines* de engorda. Utilizando os suportes metálicos da Figura 78, o produtor poderia instalar uma quantidade de coletores suficiente para suprir dois *longlines* de engorda, sem ressemeadura, ou para oito *longlines* de engorda se as sementes forem retiradas dos coletores e semeadas em menor densidade.



Figura 78. (A) Suporte metálico com coletor de sementes enrolado; (B) Suporte com coletor instalados horizontalmente no *longline* duplo.

Outra forma muito interessante de instalação dos coletores é pendurando rolos de 50m de cabos coletores diretamente no *longline* duplo, deixando-os ao sabor das marés (Figura 79). Após um período de captação de cerca de três meses, os cabos com sementes recém-aderidas podem ser dispostos de forma contínua, até que as sementes sejam retiradas mecanicamente para o processo de ressemeadura.



Figura 79. Rolos com cabos coletores de sementes dispostos diretamente no *longline* duplo.

Cabe notar que nem todos os locais apresentam boa captação natural de sementes, e em alguns a captação pode não ocorrer. A captação é bastante variável de um ano para outro, podendo desaparecer totalmente em alguns anos. As áreas sem fixação de sementes são muito boas para se instalar apenas *longlines* de engorda, uma vez que os mexilhões adultos em cultivo não serão afetados pelo ingresso de novos indivíduos no cabo de engorda, o que aumentaria a competição por espaço e alimento.

A desova de larvas e a fixação de sementes dos mexilhões é mais intensa nos meses de outono e primavera. Porém, em alguns locais com cultivos estabelecidos a captação pode ocorrer ao longo de todo o ano, com maior ou menor intensidade. Para cultivos iniciais, em locais onde ainda não exista uma população de mexilhões em cultivo, recomenda-se a instalação dos coletores nos meses de agosto e setembro, período considerado como de maior intensidade de fixação de sementes (Figura 80).

O produtor pode optar por classificar as sementes antes de ressemeá-las. Utilizar sementes classificadas por tamanho no processo de semeadura possibilita a colheita de mexilhões com tamanhos uniformes.

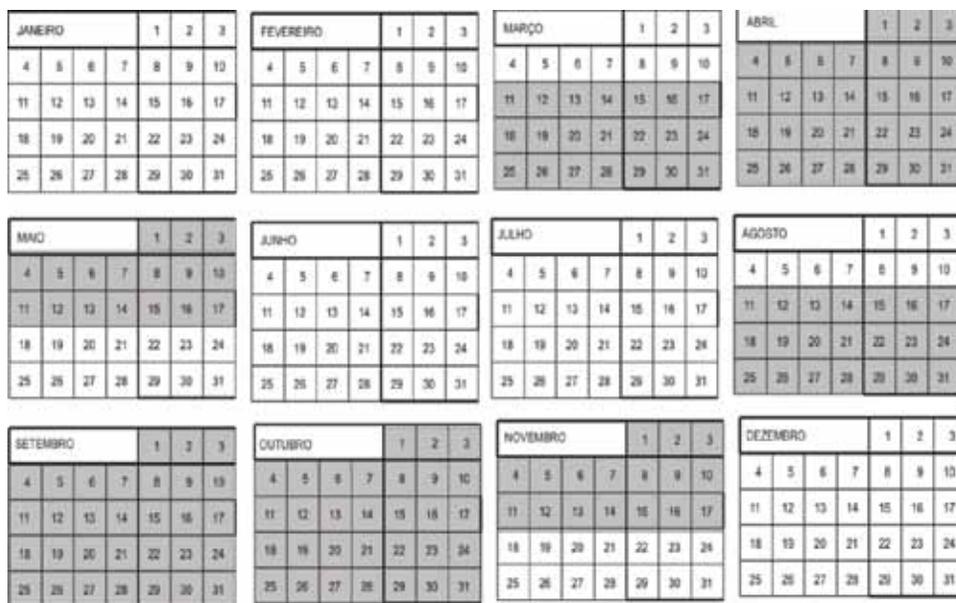


Figura 80. Calendário como épocas mais favoráveis (mais escuras nesta figura) para a instalação de coletores de sementes de mexilhão<sup>6</sup>

<sup>6</sup>Reproduzido de NOVAES, A.L.T.; de SOUZA, R. V.; DELLA GIUSTINA, E. Métodos para obtenção de sementes de mexilhões alternativos à retirada em bancos naturais. Florianópolis: Epagri, 2016. 45 p. (Epagri Boletim Didático,116)





## 10 Manejo e engorda dos mexilhões

A densidade de sementes por metro de corda de cultivo de mexilhões é um fator que interfere na eficiência e na produtividade. Apesar de serem considerados animais sésseis, os mexilhões se movem como aranhas pela corda, soltando o bisso e produzindo novos filamentos para se posicionar melhor, em uma constante disputa por alimento e espaço no cabo (BONARDELLI, 2006).

Densidades muito elevadas, como as observadas em coletores de sementes em anos de boa captação, que podem chegar a 1.000 mexilhões por metro, podem levar a perdas pelo desprendimento de grandes blocos de mexilhões, à medida que esses vão crescendo e disputando o espaço no cabo. Esses desprendimentos deixam grandes falhas nas cordas de cultivo, favorecendo o assentamento de sementes de mexilhões e de outros invertebrados, como ascídias e cracas (Figura 81).



Figura 81. Organismos incrustantes (cracas e ascídias).

Ao deixarem espaço livre, novas sementes de mexilhões se fixam e, ao crescerem, empurram os mais velhos para fora da corda, em um processo de ajuste populacional. Ao final do período de engorda, somente 300 a 400 mexilhões estarão aderidos ao cabo, o que representa cerca de 30% a 40% da densidade inicial do coletor. Em cabos com altas densidades, esse despencamento de blocos de mexilhões passa a ser acelerado após os primeiros seis meses de cultivo (SANTOS, 2009).

Outro efeito desse processo de auto ajuste em uma corda sem controle da densidade é que a amplitude do tamanho de concha fica muito desuniforme, com mexilhões de vários tamanhos na ocasião da colheita. Em cabos com mais de um ano desde a captação de sementes, é possível observar que apenas 65% dos mexilhões atingem o tamanho comercial e que 35% dos mexilhões apresentam comprimento de concha abaixo de 7cm, sendo que 20% destes apresentam comprimento entre 1 e 5cm.

De maneira geral, densidades mais baixas favorecem crescimento mais rápido, maior rotatividade dos cabos de engorda, utilização mais racional dos *longlines*, maior uniformidade de tamanho, além de aproveitamento integral das sementes (BONARDELLI, 2006).

O produtor deve manter controle da densidade inicial. Isso pode ser feito facilmente, colhendo três amostras de 33cm da corda de cultivo para contagem dos mexilhões, cerca de duas semanas após a sementeira, quando a malha de algodão já estiver praticamente degradada (Figura 82).



Figura 82. Amostragem de cabo para verificação da densidade de cultivo.

A ressemeadura em densidade mais baixa proporciona não apenas uma sobrevivência maior, mas também mexilhões com melhor rendimento de carne (MUGABE, 2010).

O rendimento de carne cozida dos mexilhões em relação ao peso de um animal vivo de 8cm de comprimento pode variar entre 15% e 40%, de acordo com o estágio de desenvolvimento de suas gônadas (FERREIRA & MAGALHÃES, 1997). Gomes et al. (1998), avaliando o rendimento de carne do mexilhão *Perna perna*, observaram um rendimento mínimo de 14,81%; médio de 21,64%; e máximo de 40,32%.

Para avaliar a condição do animal antes de conduzir a colheita, o produtor deve utilizar um índice de condição (IC). Um índice de condição prático é o proposto por Ferreira et al. (2006).

Esse índice considera a porcentagem de carne cozida em relação ao peso total fresco com concha. Idealmente, essa avaliação da condição dos mexilhões deve ser feita no dia da colheita, posto que todos os animais podem desovar sem sinal prévio, de um dia para outro. Para conduzir a avaliação o produtor deve:

- a) Utilizar aproximadamente 30 mexilhões (cerca de 1kg) adultos (7-8cm), coletados ao acaso na área de cultivo;
- b) Limpar, cortar o bisso, secar a concha com papel e pesar o conjunto em balança (pode ser balança de cozinha simples);

- c) Cozinhar em água (suficiente para cobrir os animais) por cerca de 5 minutos após a fervura (assegurar que todos estejam com as conchas abertas e cozidos);
- d) Pesar o conjunto da carne cozida;
- e) Obter a porcentagem (%) de carne cozida em relação ao peso total, com o seguinte cálculo:

$$IC = \frac{\text{Peso da carne cozida} \times 100}{\text{Peso total}}$$

O melhor rendimento de carne em relação ao comprimento de concha é obtido em mexilhões com 6,5cm, com rendimento de até 37% (FURLAN, 2004). Para mexilhões processados para apresentação em meia concha, o rendimento pode chegar a 50%. O tamanho comercial dependerá sempre do mercado alvo e do tipo de apresentação. Para desconche da carne, a colheita com animais a partir de 6,5cm pode proporcionar uma rotatividade mais eficiente dos cabos de cultivo, e melhor utilização dos *longlines*, máquinas, embarcação e mão de obra. Para o mercado de mexilhões frescos ou processados em meia concha, o tamanho comercial deve ser um pouco maior, com 8cm de comprimento.

A manutenção dos cabos por mais de 12 meses não é aconselhada, principalmente se o produtor não fizer a ressemeadura em menores densidades. Cabos com mais de um ano apresentam alto índice de desprendimento dos mexilhões das cordas de cultivo, o que pode ocorrer tanto durante o cultivo quanto na colheita, quando os mexilhões são retirados da água. Seu peso ao sair da água faz com que eles se soltem antes de serem embarcados (Figura 83).



Figura 83. Desprendimento de grandes blocos de mexilhões durante a colheita, em cordas de cultivo com alta densidade, com mais de um ano de cultivo.

Outro fator negativo de se deixar as cordas de cultivo por mais de ano é o aumento das incrustações com cracas (Figura 84). Essas incrustações dificultam o processamento mecanizado na indústria e afetam negativamente a apresentação do produto para o consumidor, quando os mexilhões são comercializados frescos.



Figura 84. Mexilhões com mais de um ano de cultivo e elevada incrustação de cracas nas conchas.

Um aspecto muito importante nesse ramo de negócio é o frescor do produto. Por isso a regra máxima na produção de moluscos bivalves é:

**“Mova-os rápido e mantenha-os frios!”**

Os mexilhões devem ser transportados para a planta de processamento o mais rapidamente possível para entrarem na cadeia de frio. Nos meses mais quentes do ano, ou dependendo da distância entre o cultivo e a planta de processamento, pode ser necessário utilizar *bins* isotérmicos e, até mesmo, gelo sobre o produto.





## 11 Cultivo em áreas expostas

À medida que os locais abrigados vão se tornando mais disputados por cultivos já instalados e outros usuários do espaço marinho (pesca, turismo e navegação), uma tendência mundial que deverá também ocorrer no Brasil é o desenvolvimento de cultivos em áreas mais distantes da costa.

Testes realizados pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) mostraram que mexilhões cultivados em profundidades de até 30m tiveram um desenvolvimento semelhante aos mexilhões cultivados próximos a superfície, com um crescimento de 1cm por mês. O grande diferencial observado é que os mexilhões não tinham nenhuma incrustação e conchas perfeitamente limpas (BRANDINI, 2005).

O cultivo de mexilhões em áreas expostas ou em mar aberto exige o emprego de equipamentos específicos, um sistema de fundeio muito bem dimensionado e uma embarcação apropriada com capacidade de trabalhar em condições adversas de mar e de erguer os *longlines* submersos à meia água. Em alguns casos, a embarcação utiliza sonares para localizar os *longlines* em uma coordenada geográfica específica; em outros, boias de sinalização são mantidas na superfície. Uma vez localizado o *longline*, um cabo com gancho é utilizado para içá-lo com um guincho até a superfície.

A prática mais comum é a utilização de *longlines* simples, que são mais fáceis de trazer à superfície do que *longlines* duplos, embora estes também possam ser empregados no cultivo submerso (Figura 85).

De maneira geral e não se tratando de cultivos em regiões afetadas periodicamente por furacões, *longlines* submersos a três metros de profundidade já permanecem estáveis e livres da ação de ventos e ondas. Um aspecto fundamental para o sucesso do cultivo é manter a tensão do *longline* em todas as condições ambientais e de trabalho, de forma a evitar que os cabos de engorda sejam sacudidos demasiadamente, causando perdas de mexilhões.

Segundo a apresentação detalhada de Bonardelli (2013), existem diferentes tipos de *longlines* submersos e cada um utiliza a flutuação de forma diferente para manter a tensão do cabo principal. Os mais comuns são os *longlines* semi-submersos e os inteiramente submersos.

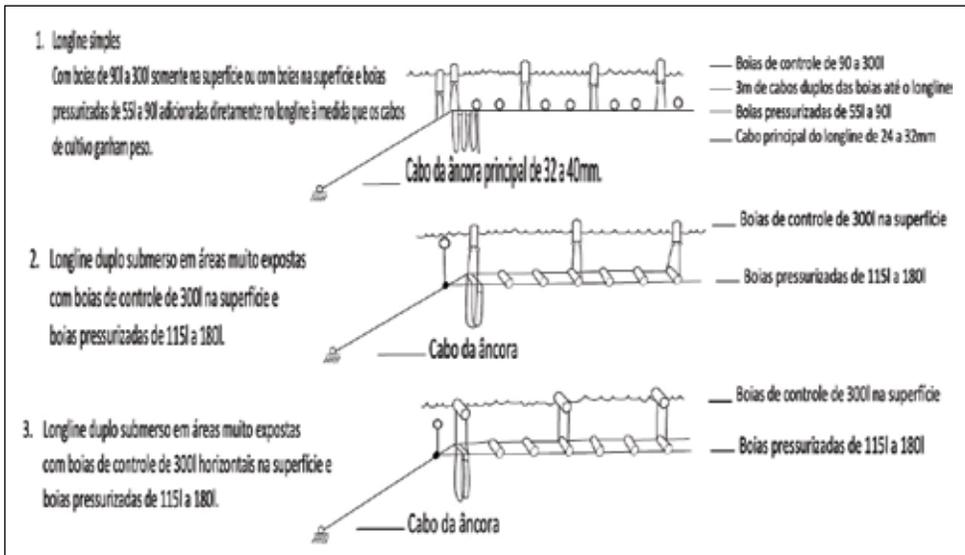


Figura 85. Esquema de *longlines* submersos com linhas simples e duplas. Reproduzido de Joe Franklin Jr. (2016).

## 11.1 Longlines semi-submersos

Os *longlines* semi-submersos (Figuras 86 e 87) mantêm a tensão do cabo principal através da flutuação de boias na superfície, o que mantém a linha principal do *longline* a uma profundidade pré-determinada, ou através do emprego de boias pressurizadas submersas e de contrapesos pendurados no cabo principal. À medida que os mexilhões crescem e o *longline* fica mais pesado, os contrapesos atingem o fundo, adicionando assim uma flutuabilidade extra para estrutura submersa. As boias de superfície servem para localizar o *longline* e para adicionar flutuação ao cabo principal submerso.

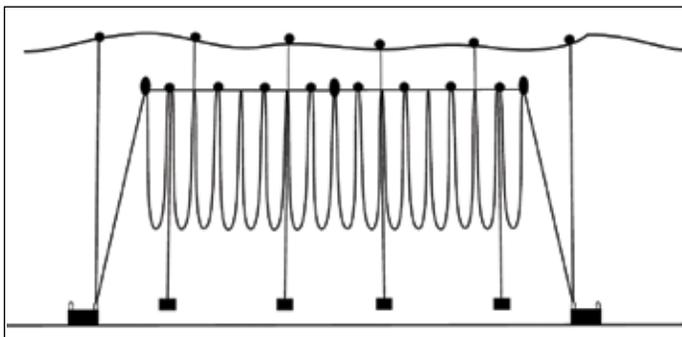


Figura 86. Esquema de *longline* semi-submerso com contrapesos e boias de sustentação na superfície. Figura adaptada de John Bonardelli (2013).

A estabilidade desse tipo de estrutura é maior quando manejado corretamente (adição de boias e contrapesos), mas a tensão do cabo principal pode variar bastante se o *longline* não for projetado adequadamente. Esse tipo de *longline* não é o mais indicado para áreas muito expostas.



Figura 87. Vista geral de *longline* semi-submerso com linhas ocupadas ao fundo e linhas ainda desocupadas no primeiro plano.

Foto: Spyros Stasinis, Stasinis Mussel Farm.

## 11.2 Longlines submersos

Os *longlines* inteiramente submersos (Figura 88) usam um formato geométrico específico para estarem acessíveis para manutenção por embarcações, para manterem ótima tensão e para serem independentes de flutuadores instalados na superfície. Um fator central é a tensão provida por grandes boias instaladas nas extremidades do *longline*, uma ancoragem bem dimensionada e um manejo regular. Em alguns casos, contrapesos são adicionados para compensar o peso das boias em locais expostos, de forma a estabilizar o *longline* na mesma profundidade ao longo de um ciclo de cultivo.

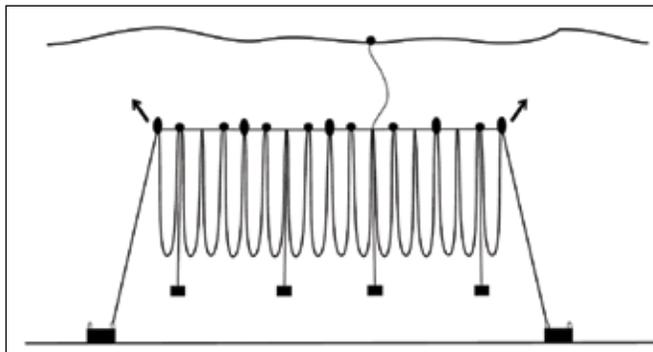


Figura 88. Esquema de *longline* submerso com contrapesos e boia de sinalização na superfície.

Figura adaptada de John Bonardelli (2013).



## 12 Riscos e ameaças

Assim como qualquer outro segmento do agronegócio, a produção de mexilhões está sujeita a riscos e ameaças.

### 12.1 Predadores

Durante o período com temperaturas do mar mais quentes, que pode se estender de novembro a abril, as sementes de mexilhões são fortemente predadas por peixes como o borriquete (*Pogonias cromis*), também conhecido como miraguaia, a canhanha (*Archosargus rhomboidalis*), o marimbá (*Diplodus argenteus*), conhecido também como marimbau (Figura 89).

Sementes aderidas aos coletores em geral não são predadas. Apenas as sementes que foram retiradas dos cabos e ressemeadas com malha de algodão é que costumam ser predadas. Tartarugas marinhas também comem mexilhões, mesmo com tamanho adulto.

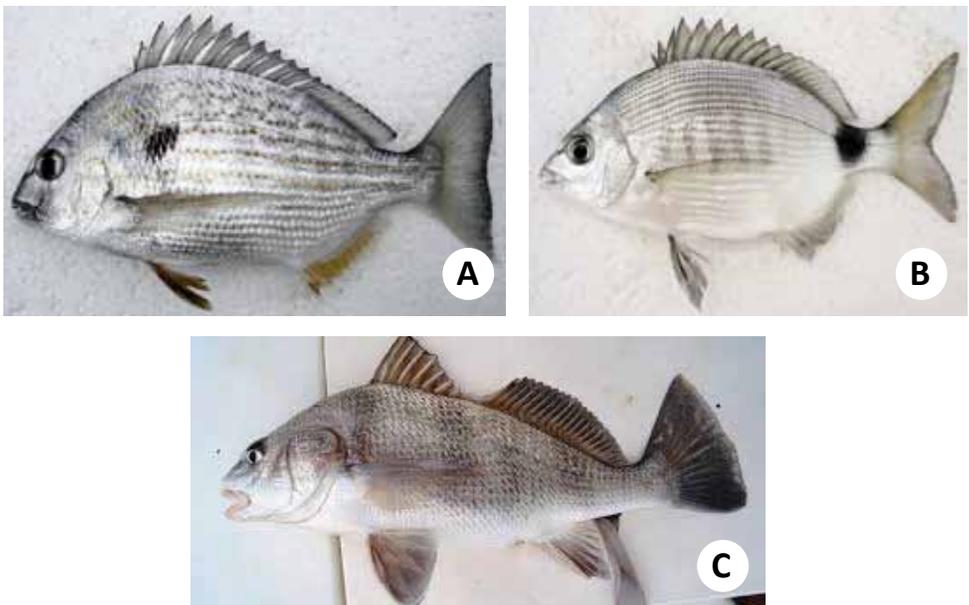


Figura 89. Peixes associados à predação de sementes de mexilhão em Santa Catarina: (A) canhanha; (B) marimbau; e (C) borriquete.

## 12.2 Contaminação

Por serem animais filtradores que bombeiam cerca de 10 litros de água do mar por hora (SUPLICY et al., 2003), os mexilhões podem acumular toxinas em seu sistema digestivo ou tecidos, se estiverem expostos a bactérias de origem fecal, florações de algas nocivas, vazamentos de produtos tóxicos como óleo, pesticidas, agrotóxicos ou metais pesados presentes no ambiente. Embora uma boa avaliação e seleção de local possa evitar a contaminação por coliformes fecais, agrotóxicos e metais pesados, grandes vazamentos de óleo em navios e terminais petroleiros ou plataformas de exploração são imprevisíveis e podem afetar cultivos de moluscos instalados a centenas de quilômetros, causando a mortalidade dos animais e comprometimento de equipamentos como cabos e boias. A melhor forma de evitar esse risco é através da seleção de local, optando por pontos distantes de complexos industriais, petroquímicos, produção pecuária ou grandes aglomerações urbanas.

As Florações de Algas Nocivas (FAN) (Figura 90), também conhecidas como marés vermelhas, são causadas por fenômenos de escalas globais, como a descarga de nutrientes domésticos e industriais no oceano, transporte internacional de microalgas exóticas juntamente com a água de lastro de navios, e mudanças climáticas globais que afetam a temperatura e a acidez dos oceanos (PROENÇA & FERNANDES, 2004).

Quando expostos à essas florações, os mexilhões acumulam as toxinas em seus tecidos, podendo causar distúrbios gastrointestinais, paralização do sistema nervoso, amnésia e até mesmo a morte do consumidor. Nesse caso não ocorre mortalidade dos mexilhões, e estes se depuram naturalmente tornando-se aptos ao consumo à medida que as correntes marinhas transportem as algas nocivas para outros locais, dissipando-as. É importante ter em conta que nem sempre a maré vermelha é causada por algas que deixam a água do mar com coloração vermelha, podendo ser de várias cores ou mesmo incolor. A melhor forma de se prevenir contra esse risco temporário é através do monitoramento periódico e contínuo dos mexilhões e da água do mar no local de cultivo.



Figura 90. Imagem de Florações de Algas Nocivas (FAN)

## 12.3 Roubo e vandalismo

O roubo e o vandalismo são riscos reais na maricultura, não só no Brasil, mas em todos os países onde a atividade é praticada. Por estar instalada em um ambiente aberto e exposto, onde o acesso de pessoas estranhas não pode ser impedido, a maricultura está sujeita a perdas por roubos e a prejuízos causados por atos de vandalismo, como o corte dos *longlines*. Esse risco somente pode ser eliminado através da vigilância, que é facilitada durante o período diurno, quando se está trabalhando no cultivo, mas que pode ser mais difícil durante o período noturno, em dias de folga ou em feriados.

O sistema contínuo de cultivo, em comparação com o sistema artesanal, dificulta o roubo da produção porque as cordas são muito maiores e pesadas, exigindo que o ladrão disponha de um guincho para levar um volume de produto que afete economicamente o cultivo. Considerando ainda um volume de produção até dez vezes superior do que o obtido através do sistema artesanal de cultivo, os roubos têm um impacto proporcionalmente muito menor em um cultivo no sistema contínuo.

## 12.4 Eventos climáticos extremos

Eventos climáticos extremos que antes não eram observados no Brasil agora ocorrem esporadicamente em Santa Catarina: ciclones, como os que atingiram a costa do Estado em 2004, 2009 e 2016; tornados; ressacas; chuvas torrenciais por períodos prolongados, que já alteraram a salinidade do mar em vários pontos da costa em 2008 e em 2014. Os eventos climáticos extremos, que causam grandes prejuízos à maricultura, são imprevisíveis (Figura 91). Mesmo que fossem previsíveis, não há muito que o produtor possa fazer para proteger seu cultivo, além de usar equipamentos robustos e bem dimensionados. O sistema de ancoragem deve ser desenhado para suportar as piores condições possíveis e não apenas as condições normais de clima e mar.



Figura 91. Imagem de satélite com o furacão Catarina que atingiu a costa catarinense em 2004.

As mudanças climáticas também estão causando uma acidificação gradativa e acelerada dos oceanos (HUGHES et al., 2003). Em médio e longo prazos esta acidificação poderá até mesmo impedir a formação das conchas calcárias dos moluscos, através de um efeito exacerbado pelo aumento da temperatura da água. Isto poderá ter um impacto gigantesco não só no cultivo de moluscos, mas em toda a ecologia marinha de nosso planeta. Esse assunto tem recebido pouca atenção e necessita de maior esforço de investigação urgentemente. Atualmente, o cultivo de moluscos é responsável por quase 25% de toda a aquicultura mundial (cerca de 15 milhões de toneladas em 2005) e, portanto, qualquer impacto negativo sobre a formação das conchas poderia ter um impacto significativo na produção global da aquicultura (COCHRANE et al., 2009).

## **12.5 Seguro da produção**

Atualmente não existe no Brasil a oferta do serviço de seguro aquícola para cobrir os prejuízos decorrentes dos riscos e ameaças que podem afetar o cultivo de mexilhões. Apesar disso, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) vem oferecendo, desde 2004, um subsídio para o seguro da aquicultura, através do Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR), que oferece ao aquícultor a oportunidade de segurar sua produção com custo reduzido, por meio de auxílio financeiro do Governo federal. Recentemente algumas empresas multinacionais de seguro passaram a oferecer esse serviço também no Brasil.

O seguro garante incentivo e respaldo maior para o criador investir no desenvolvimento das fazendas e na adaptação de novas tecnologias, reduzindo as chances de perdas. O seguro de aquicultura é a segurança necessária para resultados mais sólidos, maior estabilidade e bem-estar socioeconômico dos negócios. O produtor deve informar-se sobre os custos desse serviço.

A subvenção econômica concedida pelo Ministério da Agricultura pode ser pleiteada por qualquer pessoa física ou jurídica que cultive ou produza espécies contempladas pelo Programa, além de permitir a complementação dos valores por subvenções concedidas por estados e municípios. Para contratar o seguro rural, o produtor deve procurar uma seguradora habilitada pelo Ministério da Agricultura no Programa de Subvenção.





## 13 Orientações de segurança

O cultivo mecanizado oferece muitas vantagens relacionadas ao sistema produtivo, mas a maquinaria também aporta novos riscos aos trabalhadores embarcados. Devido à natureza física e ao intenso trabalho a bordo, são comuns problemas como dores nos ombros ou relacionados à coluna vertebral.

### 13.1 Fatores humanos

Um risco proeminente na maricultura é a fadiga, pois muitas vezes o trabalho é realizado em condições adversas, exigindo longas jornadas de trabalho com pouco descanso. Pessoas fatigadas têm dificuldade de se concentrar em uma tarefa específica, fazem um mal julgamento de distâncias e velocidade e acabam correndo riscos que normalmente não correriam. O líder da equipe deve saber reconhecer os sinais de fadiga (como irritabilidade anormal, fala arrastada, reações lentas aos acontecimentos ou às pessoas falando com o trabalhador) e gerenciá-la em conjunto com sua equipe. Uma forma de se fazer isso é assegurando-se que todos na equipe tenham tempo para dormir regularmente. É recomendado um mínimo de 6 horas de sono contínuo a cada 24 horas.

É importante que os trabalhadores a bordo se mantenham bem hidratados, preferindo a ingestão de água ao invés de café ou refrigerantes. Pessoas desidratadas podem ficar fatigadas rapidamente, têm dificuldade em completar tarefas específicas e estão em maior risco de cometer erros ou sofrerem um acidente. O nível de hidratação pode ser facilmente avaliado pela cor da urina (Figura 92). Uma urina clara indica uma boa hidratação, ao passo que a urina escura e de odor forte indica que o trabalhador está

desidratado



Figura 92. Escala de coloração da urina. Se a cor da amostra de urina coincidir com #3 ou menos na escala, a pessoa está bem hidratada.

### 13.2 Fatores climáticos

Primeiramente, as condições climáticas são um fator importante a considerar quando se trabalha em uma fazenda marinha. Embarcações de fazendas marinhas geralmente operam em áreas rasas e abrigadas. O trabalho em tais águas é normalmente muito seguro. Porém, pode haver momentos em que a embarcação não poderá continuar a trabalhar no cultivo, devido às más condições meteorológicas. O comandante ou mestre do barco é o responsável por esta avaliação, priorizando sempre a segurança da tripulação, não a continuidade do trabalho, seja ele qual for. O condutor da embarcação tem a obrigação de sempre estar ciente da previsão do tempo e das condições de mar.

### 13.3 Fatores operacionais

Produtores, condutores de embarcações de maricultura, gerentes de fazenda e equipes de trabalho devem seguir as orientações de segurança para promover a eficiência dos processos, procedimentos e funcionamento geral de sua embarcação. As orientações e ilustrações apresentadas a seguir foram elaboradas pela organização neozelandesa FishSAFE (2005), composta por empresas de pesca e maricultura, associações de pescadores e autoridade marítima daquele país, com a finalidade de promover a segurança de trabalhadores embarcados. O comandante da embarcação deve assegurar que todos a bordo cumpram com essas recomendações:

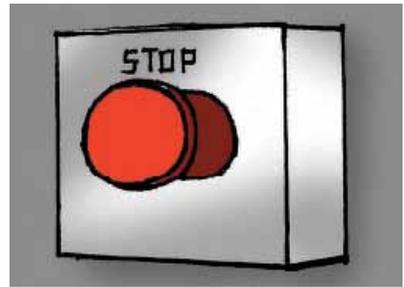
1) Use e exija que todos a bordo usem o equipamento de proteção individual adequado, que pode incluir: capacete, roupa de proteção contra chuva e vento, botas de borracha de segurança, protetor de ouvidos, óculos de segurança e uma faca afiada.



2) Desligue e bloqueie todos os equipamentos de colheita antes de limpá-los, especialmente quando for limpar as pás e correntes de aço dentro do desagregador.



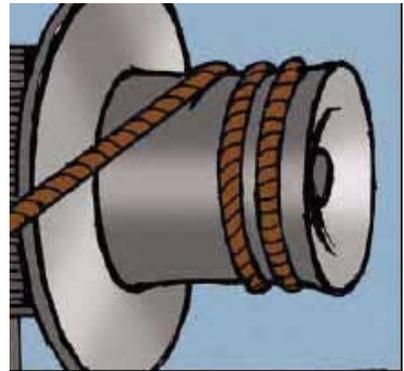
3) Não fique em cima do desagregador e não empurre os mexilhões para dentro do desagregador com as mãos ou com as botas. Todas as máquinas devem ter um botão de emergência para serem desligadas de forma fácil e rápida.



4) Certifique-se de que os cabos e ganchos empregados para içar os *longlines* estejam sempre em boas condições; substitua os cabos regularmente, quando começarem a ficar gastos.



5) Verifique se os guinchos e tambores de guincho estão bem cuidados; fique atento a folgas e alças nas voltas do cabo de içar no tambor do guincho.



6) Esteja atento a riscos de escorregões no convés causados por incrustações e limo; mantenha o convés limpo.



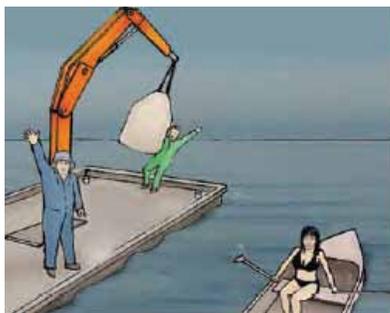
7) Mantenha os dedos, braços e roupas folgadas longe das rodas estrela quando estiverem em operação, bem como de pontos de união nas esteiras transportadoras.



8) Quando as máquinas estiverem em operação, mantenha as mãos longe das rodas de tração hidráulica na semeadora e na colhedora, das pás e correntes da desagregadora e da cinta transportadora de sementes durante a semeadura.



9) Quando estiver movimentando carga, mantenha seu foco na operação e nunca deixe a carga desatendida.



10) Mantenha-se afastado da área de movimentação de big bags; do cabo de cultivo que alimenta a semeadora e de sacos de sementes elevados acima da máquina durante a sua operação.



11) Durante o trabalho à noite utilize luz noturna (vermelha ou azul) na cabine. Mantenha a luz branca no convés ao mínimo, pois a luz pode impedir o condutor de enxergar objetos no mar. Certifique-se de que os trabalhadores utilizem roupas de alta visibilidade.



12) Ao ensacar mexilhões, certifique-se de que os sacos estão alinhados com o centro do barco. Sacos com mexilhões devem ficar abaixo dos sacos mais leves com cabos usados. Não empilhe os sacos muito alto ou próximos demais das laterais do barco. Um mal empilhamento pode deixar o barco instável e pessoas podem se machucar com cargas caindo sobre elas.





## 14 Arranjos produtivos

Produtores de mexilhões precisam conhecer e ter o acesso facilitado às melhores tecnologias de cultivo. Apesar de que muitos produtores locais já estão produzindo máquinas simples para colheita de mexilhões de forma individual, o que já representa um avanço em produtividade, é preciso que produtores organizados sejam apoiados no processo de adoção da mecanização do cultivo. A tecnologia de cultivo mecanizado em sistema contínuo permite a semeadura e colheita de grandes quantidades de mexilhões dentro de um curto intervalo de tempo, com um rendimento do trabalho até 500 vezes superior ao sistema artesanal empregado no Brasil até hoje. A Epagri e a UFSC já estão executando projetos de inovação tecnológica aplicado à mecanização do cultivo de mexilhões, com o desenvolvimento de máquinas e embarcações para o cultivo no sistema contínuo, uma tendência mundial que deverá ser seguida pelos produtores brasileiros para assegurar sua competitividade no mercado globalizado.

Os produtores poderão ser inseridos no processo de mecanização do cultivo de várias formas. A seguir vamos apresentar três opções que seriam técnica e economicamente viáveis.

### 14.1 Venda do produto para processador

Produtores isolados ou preferencialmente organizados em associações poderão adquirir os equipamentos básicos para o cultivo no sistema contínuo (boias e cabos) e uma empresa processadora de mexilhões com barco e máquinas poderá realizar todo o trabalho de semeadura e colheita, pagando ao produtor pelo preço de venda do produto na água.

Vantagem: o trabalho braçal dos maricultores seria praticamente eliminado e estes teriam apenas que cuidar da manutenção da estrutura (ex.: cuidar para que as boias não se soltem do *longline*).

Desvantagem: o valor pago pelo processador antes da colheita será mais baixo do que o valor que seria pago pelo mesmo produto colhido, lavado e entregue na planta de processamento.

### 14.2 Integração entre processador e produtor

A integração entre produtores rurais e a agroindústria já é praticada no Brasil há cerca de 60 anos. Somente em maio de 2016 foi sancionada a Lei 13288/2016, que dispõe sobre os contratos de integração, obrigações e responsabilidades nas relações contratuais entre produtores integrados e integradores, e dá outras providências. Nessa forma de inclusão, um estabelecimento processador celebraria parcerias com produtores isolados ou organizados em associações, aportando investimentos na aquisição de equipamentos, máquinas e embarcações e garantindo a compra da produção. Alternativamente, a

integradora poderá fornecer os equipamentos individuais (cabos, poitas e boias) e fazer a semeadura e colheita com a sua embarcação. Nesse caso o produtor se restringiria apenas a evitar roubos e a cuidar de boias que se soltem.

**Vantagem:** os maricultores não teriam que assumir financiamentos para compras dos equipamentos e poderiam receber por um produto colhido, lavado e entregue na planta de processamento.

**Desvantagem:** o valor pago pelo integrador poderá ser mais baixo do que o valor que seria pago por um processador sem contrato de integração com os produtores.

### 14.3 Produtores organizados

Produtores organizados em cooperativas poderiam adquirir, além dos equipamentos individuais básicos para o cultivo no sistema contínuo (boias e cabos), um conjunto de equipamentos para uso coletivo, como o barco ou balsa, e as máquinas para plantio e colheita de mexilhões no sistema contínuo.

**Vantagem:** o valor pago por produto pelo processador será maior, desde que o produto seja de tamanho comercial, uniforme e livre de incrustações.

**Desvantagem:** o trabalho e os riscos financeiros são maiores para o produtor, uma vez que os cooperados assumirão um financiamento para aquisição dos equipamentos.

Ao atuarem em conjunto, os produtores são capazes de se beneficiar com a especialização e qualificação de cada membro do grupo; têm fácil acesso a fornecedores de insumos e equipamentos; e, principalmente, podem usufruir de algumas das vantagens econômicas da produção em escala, o que geralmente é reservado para as grandes empresas.

Com a globalização do comércio de alimentos, os produtores de pequena escala são obrigados a competir com os grandes produtores comerciais de todo o mundo, não apenas no que se refere ao custo de produção, mas também em atender aos requisitos de qualidade e segurança cada vez mais rigorosos exigidos pelos compradores e consumidores.

A ação coletiva de produtores organizados auxilia ainda a comunicação entre o grupo e órgãos reguladores, ações de *marketing*, adoção de certificação, treinamento e facilidade na difusão de tecnologia. Isso contribui para uma gestão eficaz do negócio, através da implementação coletiva de melhores práticas de manejo dos cultivos.





## 15 Análise econômica

A condução de uma análise de viabilidade econômica genérica é um exercício difícil devido à variabilidade individual nos equipamentos, métodos de manejo e locais de cultivo. No entanto, de forma a exemplificar um caso de cultivo mecanizado de mexilhões em sistema contínuo no Brasil, vamos fazer uma simulação para um grupo de produtores organizados, onde cada produtor adquirisse os equipamentos individuais de cultivo (cabos, boias e insumos) e o grupo investisse nos equipamentos de uso coletivo (barco e máquinas).

Considerando que o tamanho médio das áreas atuais de maricultura em Santa Catarina é de 1,5ha, vamos considerar na simulação que 11 produtores, com áreas de 1ha cada, reúnam-se em um grupo de produção mecanizada. Em cada área seriam instalados 10 *longlines* duplos de 100m, com alças de 3m. Os coletores de sementes seriam instalados nos próprios *longlines* de engorda, conforme apresentado anteriormente. Consideraremos ainda que cada produtor utilizará a técnica de rotação de boias entre pares de *longlines* que estarão alternadamente cheios ou recém-semeados.

Nos investimentos coletivos, consideraremos que o grupo investirá na aquisição de uma plataforma móvel de 10m de comprimento, com motor de popa de 90HP, contendo as máquinas hidráulicas, com uma central hidráulica e uma grua, atendendo a produtores de uma mesma região. Embora a plataforma atenda a onze produtores, nesse exercício, ela contará com uma tripulação fixa de seis pessoas assalariadas.

Na simulação, assumiremos uma produtividade de 15kg/m de corda de cultivo e doze meses de cultivo desde a instalação dos coletores até a colheita. Partiremos da premissa de que cada produtor colherá ao menos um *longline* por mês, com 15 toneladas de produto. Levando em conta os períodos de desova durante os quais os mexilhões de uma área em particular não puderem ser colhidos, vamos estimar que a produção anual variará entre 136 e 150 toneladas/ano por produtor. A produção anual coletiva do grupo variará de 1.100 a 1.200 toneladas/ano e o preço de venda será de R\$ 0,90/kg do produto colhido, separado e lavado, entregue na indústria.

A análise econômica utilizou valores médios praticados no mercado, tanto para os equipamentos, como para insumos e preço de venda dos mexilhões, e considerou que o grupo de produtores utilizou a linha Pronaf Mais Investimento disponibilizada pelo Plano Safra da Pesca e Aquicultura (2015-2016) do BNDES<sup>7</sup>.

A linha Pronaf Mais Investimento é destinada a maricultores que atendam as regras do Pronaf e tenham o DAP (Documento de Aptidão ao Pronaf). Ela atende tanto os investimentos individuais como os coletivos.

---

<sup>7</sup>Informações extraídas do site do Banco Nacional de Desenvolvimento Sócio Econômico (BNDES). Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Apoio\\_Financeiro/Programas\\_e\\_Fundos/pronaf\\_alimentos.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Programas_e_Fundos/pronaf_alimentos.html)>.

Seguem as condições:

Custo = 5,5% aa

Prazo = Até 10 anos, com 2 de carência

Participação = financia até 100%

Limites:

Individual = R\$ 300 mil. Inclui o que for destinado para o crédito coletivo.

Coletivo = R\$ 800 mil (sendo até R\$ 165 mil por produtor).

## 15.1 Investimentos individuais

Tabela 4. Investimento de cada produtor em equipamentos de cultivo individuais necessários para a instalação de 10 *longlines* duplos com 100m de comprimento e cordas de cultivo com alças de 3m

ITENS	Unidade	Quantidade	Custo Unit. (R\$)	Custo Total (R\$)	% do Total	Depreciação Anual
<b>Cabo mestre (24mm)</b>	Bobina de 220 m	11	1.963,50	21.420,00	14,6%	2.142,00
<b>Cabo coletor</b>	Saco de 1000 m	3	5.250,00	15.844,50	10,8%	1.584,45
<b>Cabo de engorda</b>	Saco de 2000 m	5	9.800,00	49.392,00	33,7%	4.939,20
<b>Cabo fino (5mm)</b>	Bobina de 500 m	6,0	250,00	1.500,00	1,0%	-
			<b>Subtotal</b>	<b>88.156,50</b>	<b>60,2%</b>	<b>8.665,65</b>
<b>Poitas</b>	unid.	20	600,00	12.000,00	8,2%	2.549,00
			<b>Subtotal</b>	<b>12.000,00</b>	<b>8,2%</b>	-
<b>Boias de 250 l</b>	unid.	175	265,00	46.375,00	31,6%	4.637,50
			<b>Subtotal</b>	<b>46.375,00</b>	<b>31,6%</b>	<b>4.637,50</b>
			<b>Investimento total</b>	<b>146.531,50</b>	<b>100,0%</b>	<b>13.303,15</b>

## 15.2 Investimentos coletivos

Tabela 5. Investimento em equipamentos coletivos do grupo de produtores para aquisição de uma plataforma móvel com 10m de comprimento e motor de popa de 90 HP, máquinas para semear, classificar e colher mexilhões e grua hidráulica

Itens	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)	Investimento por produtor (R\$)	Depreciação Anual
Extrator/desagregador	unid.	1	45.000,00	45.000,00	4.090,91	4.500,00
Semeadora	unid.	1	25.000,00	25.000,00	2.272,73	2.500,00
Classificadora	unid.	1	25.490,00	25.490,00	2.317,27	2.549,00
Grua hidráulica	unid.	1	52.000,00	52.000,00	4.727,27	5.200,00
Elevadores hidráulicos	unid.	2	9.500,00	19.000,00	1.727,27	1.900,00
Bomba de água 10 HP	unid.	1	4.000,00	4.000,00	363,64	400,00
Grupo gerador hidráulico	unid.	1	23.000,00	23.000,00	2.090,91	2.300,00
			<b>Subtotal</b>	<b>193.490,00</b>	<b>17.590,00</b>	<b>19.349,00</b>
Plataforma móvel com motor de 90 HP (11 m)	unid.	1	120.000,00	120.000,00	10.909,09	12.000,00
			<b>Subtotal</b>	<b>120.000,00</b>	<b>10.909,09</b>	<b>12.000,00</b>
			<b>Investimento total</b>	<b>313.490,00</b>	<b>28.499,09</b>	<b>31.349,00</b>

## 15.3 Mão de obra

Tabela 6. Despesas de mão de obra com uma tripulação fixa da plataforma móvel para cultivo mecanizado em sistema contínuo

EQUIPE DE PRODUÇÃO				
Setor/Função	Salários	Pessoas (nº.)	Custo anual com direitos (R\$)	(%) do Investimento Total
<b>Condutor</b>	3,0	1	59.368,32	21,43%
<b>Operador de máquinas</b>	2,5	2	98.947,20	35,71%
<b>Auxiliares</b>	2,0	3	118.736,64	42,86%
<b>TOTAL</b>		6	277.052,16	100,00%
<b>Salário Mínimo (R\$/mês)</b>	937,00		<b>Encargos trabalhistas (%)</b>	76,0%



## 15.6 Fluxo de caixa anual

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
<b>Discriminação</b>										
<b>Pré- operação*</b>										
<b>Investimentos** (-)</b>	-1.925.336									
<b>Custos fixos (-)</b>	-281.372	-281.372	-281.372	-281.372	-281.372	-281.372	-281.372	-281.372	-281.372	-281.372
<b>Custos variáveis (-)</b>	-85.752	-85.752	-85.752	-85.752	-85.752	-85.752	-85.752	-85.752	-85.752	-85.752
<b>Receita (+)</b>		1.347.192	1.496.880	1.347.192	1.496.880	1.347.192	1.496.880	1.347.192	1.496.880	1.347.192
<b>Custo financeiro (-)</b>		-284.300	-284.300	-284.300	-284.300	-284.300	-284.300	-284.300	-284.300	-284.300
<b>Saldo anual</b>	-367.124	695.767	845.455	695.767	845.455	695.767	845.455	695.767	845.455	695.767
<b>Saldo acumulado</b>	-2.292.461	-1.596.694	-751.238	-55.471	789.983	1.485.750	2.331.205	3.026.972	3.872.427	4.568.195

Tabela 9. Fluxo de caixa anual com investimento total de quase R\$ 2 milhões, com saldo anual positivo no quarto ano de operação, pagamento do investimento no quarto ano e saldo acumulado no décimo ano próximo a R\$ 4,6 milhões

## 15.7 Análise de sensibilidade

O custo de produção calculado foi de R\$0,27/kg, sem considerar o pagamento dos encargos financeiros do financiamento. Esse seria, então, o custo de produção após a estabilização do negócio (Figura 93). A análise de sensibilidade mostra que uma variação nos custos fixos e totais de até  $\pm 40\%$  não afetariam muito o custo de produção, que permaneceria entre R\$0,16 e R\$0,36/kg. O custo de produção é ainda menos sensível aos custos variáveis. Sem a necessidade de alimentação com ração, no cultivo de mexilhões esses custos são compostos basicamente por gastos com combustíveis e lubrificantes e equipamentos de proteção individual, causando uma variação de apenas três ou quatro centavos no custo final de produção.

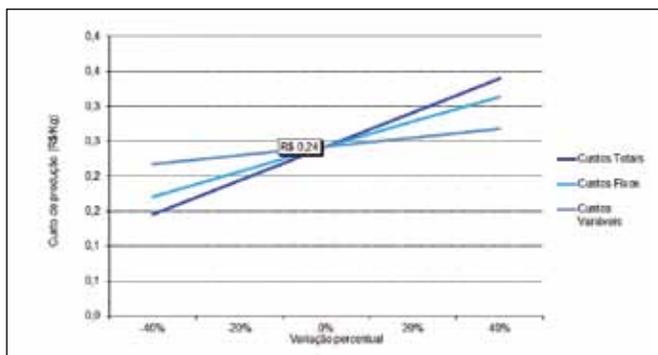


Figura 93. Análise de sensibilidade do custo de produção contra uma variação percentual de  $\pm 40\%$  nos custos fixos, variáveis e totais.

O custo de produção com inclusão do custo do financiamento para início das operações ficaria em R\$0,48/kg, podendo variar entre R\$0,66 e R\$0,28/kg com uma variação de  $\pm 40\%$  nos custos totais (Figura 94).

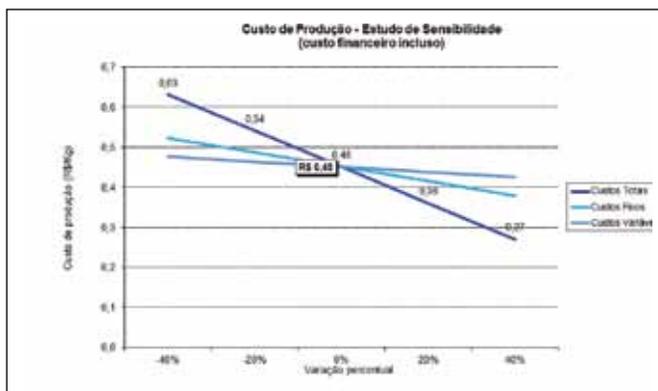


Figura 94. Análise de sensibilidade do custo de produção com encargos financeiros, contra uma variação percentual de  $\pm 40\%$  nos custos fixos, variáveis e totais.

O *payback*, ou tempo de retorno do investimento com o pagamento do financiamento, é de 3,6 anos. A análise de sensibilidade mostrou que o tempo de retorno é mais sensível ao preço de venda do produto, podendo chegar a 5,8 anos com uma redução de 20% no preço de venda. A Figura 95 mostra ainda que um aumento de 20% no preço de venda do produto reduziria o *payback* para 2,6 anos. Uma variação de  $\pm 40\%$  no valor total do investimento causaria uma variação de entre 2 e 6 anos no tempo de retorno do investimento.

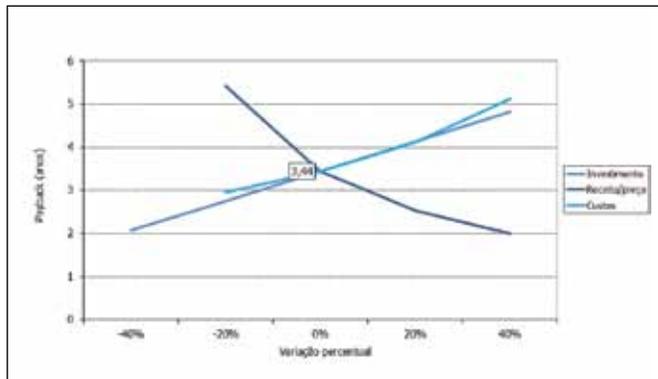


Figura 95. Análise de sensibilidade do tempo de retorno do investimento (*payback*) contra uma variação percentual de  $\pm 40\%$  nos custos, valor do investimento e preço de venda.

A rentabilidade calculada do negócio é alta, 38,2%, entretanto ela pode ser reduzida para 18% por uma variação negativa de 40% no preço de venda do produto (Figura 96). A rentabilidade é também bastante sensível ao valor do investimento, podendo atingir 65% se o investimento for reduzido em 40%. Os custos de produção afetam menos a rentabilidade, causando uma variação entre 35% e 45% associada a uma variação de  $\pm 40\%$  em seu valor.

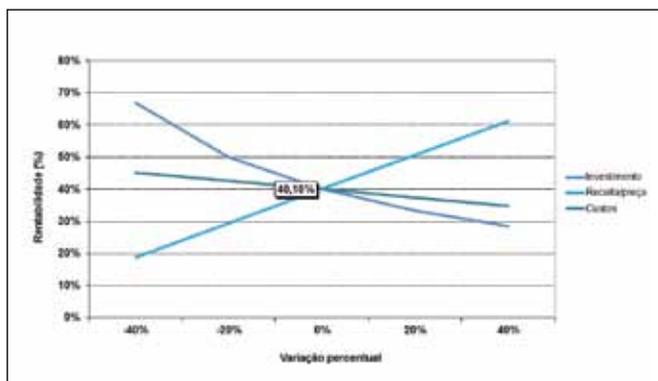


Figura 96. Análise de sensibilidade da rentabilidade contra uma variação percentual de  $\pm 40\%$  nos custos, valor do investimento e preço de venda.

O retorno financeiro de uma fazenda de mexilhões é totalmente dependente da capacidade do empresário de manter baixos custos de produção e alcançar um bom preço de mercado. Portanto, antes de investir todo o dinheiro no estabelecimento de uma fazenda de mexilhões, o empreendedor deve investigar cuidadosamente o potencial do mercado. Para fazer isso corretamente, o produtor deve realizar um exercício de planejamento de negócios para estimar o desembolso esperado versus retornos, de acordo com a sua área de cultivo e capacidade de investimento.

## Referências

BONARDELLI, J. Sock spat for higher density. **Fish Farming International**, London, v.33, n.9, p.26, set. 2006.

BONARDELLI, J. **Technical and practical requirements for Baltic mussel culture**. Reports of Aquabest projects 4/2013. Helsinki: Finnish Game and Fisheries Research Institute, 2013. 61p.

BRANDINI, F. Maricultura de moluscos em mar aberto: um experimento que deu certo no Paraná. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.15, n.87, p.41-42, 2005.

COCHRANE, K.; DE YOUNG, C.; SOTO, D.; BAHRI, T. **Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge**. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, n.530, Rome, FAO, 212p., 2009.

DIAS, G.; HILL, D.; EDMOND, V. **Mussel farming in the Marlborough Sounds**. Commission for the Environment, New Zealand, Wellington, New Zealand man and the biosphere report, n.8., 73p. 1986.

DUTRA, A.R.A.; MANFREDINI, A.L. Estudo ergonômico das condições de trabalho dos cultivos de ostras de Florianópolis. **Anais do Congresso Brasileiro de Ergonomia**, Abergó, Curitiba, PR, 2006.

FAO. **Aquaculture development. 4. Ecosystem approach to aquaculture**. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries, n.5, Suppl. 4, Rome, FAO, 2010, 53p.

FAO. Fisheries and aquaculture software. FishStat Plus - Universal software for fishery statistical time series. In: **FAO Fisheries and Aquaculture Department** [online], Rome. 28 nov. 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en>>.

FAO. National Aquaculture Sector Overview. Spain. National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets. Text by Gonzalez Serrano, J.L. In: **FAO Fisheries and Aquaculture Department** [online], Rome. 1 fev. 2005. Disponível em: <[http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso\\_spain/en#tcN70044](http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_spain/en#tcN70044)>.

FAO. **Globefish, EU market imports less bivalves**. Disponível em: <<http://www.fao.org/in-action/globefish/market-reports/resource-detail/en/c/415272>>. Acesso em: 7 jul. 2016.

FERREIRA, J.F.; MAGALHÃES, A.R.M. Cultivo de mexilhões. In: POLI, C.R.; POLI, A.T.B.; ANDREATTA, E.; BELTRAME, E. (Org.). **Aquicultura: experiências brasileiras**. Florianópolis, SC: Multitarefa, 2004. p.221-250.

FERREIRA, J.F.; MAGALHÃES, A.R.M. **Mexilhões, Biologia e Cultivo**, Florianópolis, SC, Universidade Federal de Santa Catarina, 1997, 58p.

FERREIRA, J.F.; OLIVEIRA NETO, F.M.; MARENZI, A.W.C.; TUREK, C.; DA SILVA, R.T. Coletores de sementes de mexilhão - opção do mitilicultor catarinense para retomar o crescimento da produção. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.16, n.96, p.43-48, 2006.

FISHSAFE. **Safety guidelines for aquaculture farms and vessels**. 2005, 174p. Disponível em: <<http://www.fishsafe.org.nz>>. Acesso em: 28 jul. 2016.

FURLAN, E.F. **Vida útil dos mexilhões Perna perna cultivados no litoral norte de São Paulo: aferição dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos**. 2004. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

GOMES, R.O.; MARENZI, A.W.C.; MANZONI, G.C. Utilização econômica do índice de condição do mexilhão Perna perna (L., 1758), no parque de mitilicultura na enseada de Armação de Itapocoroy, (26°47'S-48°36'W) Penha, SC, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 10., Recife, 1998. **Resumos...** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1998. p.119.

GUZENSKI, J. A ocorrência de inundações na baixada de Massiambú: Causas e consequências ao cultivo de moluscos no município de Palhoça. In: DIAS, V.L.N. **Cadernos do Observatório Geográfico da Grande Florianópolis do PET Geografia Udesc**. v.1. Florianópolis: Insular, 2011. p.121-129.

FRANKLIN JR., J. **Mechanization and continuous harvest practice of the modern mussel Industry**. Disponível em: <[http://musselrope.co.nz/Quality\\_Equipment\\_Brochure.php](http://musselrope.co.nz/Quality_Equipment_Brochure.php)>. Acesso em: 8 ago. 2016.

HUGHES, T.P.; BAIRD, A.H.; BELLWOOD, D.R.; CARD, M.; CONNOLLY, S.R.; FOLKE, C.; GROSBERG, R.; HOEGH-GULDBERG, O.; JACKSON, J.B.C.; KLEYPAS, J.; LOUGH, J.M.; MARSHALL, P.; NYSTRÖM, M.; PALUMBI, S.R.; PANDOLFI, J.M.; ROSEN, B.; ROUGHGARDEN, J. Climate Change, Human Impacts, and the Resilience of Coral Reefs. **Science**, v.301, n.5635, p.929-933, 2003.

KUBITZA, F.; CYRINO, J.E.P.; ONO, E.A. Rações comerciais para peixes no Brasil: Situação atual e perspectivas. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.8, n.50, p.38-49, 1998.

MONFORT, M.C. **The European market for mussels**. GLOBEFISH Research Programme, v.115, Rome, FAO, 2014. 65p.

MUGABE, E. D. **Efeito de sementes obtidas por diferentes métodos no crescimento do mexilhão Perna perna (Bivalvia:Mytilidae) em cultivo no sul do Brasil**. 2010. 62f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

NOVAES, A.L.T. **Colheita de mexilhões cultivados em Santa Catarina: desempenho operacional, ergonomia e prototipagem de um sistema mecanizado**. 2015. 127p. Tese (Doutorado em Aquicultura). Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

PROENÇA, L.A.; FERNANDES, L.F. Introdução de microalgas no ambiente marinho: impactos negativos e fatores controladores. In: SILVA, J.S.V.; SOUZA, R.C.C.L. (Ed.). **Água de lastro e bioinvasão**. Porto Alegre: Interciência, 2004. p.77-97.

SALÁN, E.O., GALVÃO, J.A.; FURLAN, E.F.; PORTOL, E.; GALLOL, C.R.; OETTERERL, M. Quality of mussels cultivated and commercialized in Ubatuba, SP, Brazil – monitoring *Bacillus cereus* and *Staphylococcus aureus* growth after post-harvesting processing. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v.28, n.1, p.152-159, 2008.

SANTOS, F.W.M. **Período de permanência de cordas do mexilhão *Perna perna* (L. 1758) em cultivo**. 2009. 36f. Monografia (Engenharia de Aquicultura). Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

SEAFOOD BRASIL. **Mesmo com preço 38% menor, venda de mexilhão chileno ao Brasil cai 28% até abril**. Disponível em: <<http://seafoodbrasil.com.br/mesmo-com-preco-38-menor-venda-de-mexilhao-chileno-ao-brasil-cai-28-ate-abril/>>. Acesso em: 14 jul. 2016.

SUPLICY, F.M.; SCHMITT, J.F.; MOLTSCHANIWSKYJ, N.A.; FERREIRA, J.F. Modelling of filter-feeding behavior in the brown mussel *Perna perna* (L.), exposed to natural variations of seston availability in Santa Catarina, Brazil. **Journal of Shellfish Research**, v.22, p.125-134, 2003.

SUPLICY, F.M.; VIANNA, L.F.N.; RUPP, G.S.; NOVAES, A.L.T.; GARBOSSA, L.H.P.; SOUZA, R.V.; GUZENSKI, J.; da COSTA, S.W.; SILVA, F.M.; dos SANTOS, A.A. Planning and management for sustainable coastal aquaculture development in Santa Catarina State, south Brazil. **Reviews in Aquaculture**, p.1-18, 2015.





[www.epagri.sc.gov.br](http://www.epagri.sc.gov.br)



Epagri



Epagri



@EpagriOficial



Epagri



**FAPESC**

FUNDAÇÃO DE AMPARO À  
PESQUISA E INOVAÇÃO DO  
ESTADO DE SANTA CATARINA



**SCRURAL**  
*Cooperação para o  
desenvolvimento rural*