

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
CURSO DE ENGENHARIA NAVAL**

ANTONIO FELIPE GOMES TEIXEIRA

**ADAPTAÇÕES AO PROJETO DE EMBARCAÇÃO DE PESCA DO MÉTODO
DE VARA E ISCA-VIVA FOCANDO EM REDUÇÃO DE IMPACTO
AMBIENTAL E GANHO DE EFICIÊNCIA**

Joinville

2017

ANTONIO FELIPE GOMES TEIXEIRA

**ADAPTAÇÕES AO PROJETO DE EMBARCAÇÃO DE PESCA DO MÉTODO
DE VARA E ISCA-VIVA FOCANDO EM REDUÇÃO DE IMPACTO
AMBIENTAL E GANHO DE EFICIÊNCIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Naval, no Curso de Engenharia Naval da Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville.

Orientador: Dr. Luis Fernando Peres Calil

Joinville

2017

**ADAPTAÇÕES AO PROJETO DE EMBARCAÇÃO DE PESCA DO MÉTODO
DE VARA E ISCA-VIVA FOCANDO EM REDUÇÃO DE IMPACTO
AMBIENTAL E GANHO DE EFICIÊNCIA**

ANTONIO FELIPE GOMES TEIXEIRA

Esta Monografia foi julgada adequada para a obtenção do Título de bacharel em Engenheiro Naval na Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville

Joinville (SC), 2017.

Banca Examinadora:

Dr. Luis Fernando Peres Calil
Presidente

Dr. Ricardo Aurélio Quinhões Pinto
Membro

Dr. Thiago Pontin Tancredi
Membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Yara e Silvio, que com o suporte constante, a motivação e o carinho, tornaram este momento possível.

Aos meus irmãos Vinicius, Matheus, Lucas e Gabriel, que tanto me ensinaram e me ensinam e que com os quais sei que sempre poderei contar nos bons e maus momentos.

A todos os amigos que conquistei durante a graduação e ajudaram a desfrutar da jornada, não apenas durante a realização das obrigações, mas nos também nos momentos de lazer.

A todos os profissionais da Universidade Federal de Santa Catarina que sempre zelaram pelo progresso da universidade e pelo bem estar dos alunos. Aos professores, que despertaram o interesse e paixão pelos vastos mares da Engenharia Naval. Em especial ao professor Dr. Calil, que me orientou sempre com muita motivação e interesse, apesar das dificuldades do percurso.

Enfim, agradeço a todos que passaram pelo meu caminho e que contribuíram para a construção da pessoa que sou.

Muito obrigado!

“Existem muitas hipóteses na ciência que são erradas. Isso é perfeitamente aceitável; elas são a abertura para descobrir as hipóteses certas. A ciência é um processo auto-corretivo.”

(Carl Sagan)

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo realizar o levantamento das especificações de projeto e a etapa de projeto preliminar dos principais atributos de uma embarcação de pesca do método de vara e isca-viva, visando adequar as embarcações à necessidade de obter isca em cativeiro e reduzir a mortalidade de iscas durante o processo de busca e pesca de atum. Foram realizados estudos de adequação de arranjo e seleção de equipamentos para atingir os objetivos. Conclui-se que o uso de bombas de sucção pode ser adequado para o transbordo seguro de iscas; ao embarcar 5,41 toneladas de isca a chance de pescar 120 toneladas de atum é de cerca de 50%, com base em históricos de rendimento; o posicionamento mais adequado das tinas é tanto mais próximo da meia nau quanto possível, devido à aceleração vertical imposta pelas ondulações do local de operação; o sistema de circulação de água das tinas deve basear-se no monitoramento constante dos parâmetros de temperatura, pH e oxigênio dissolvido e na circulação e aeração da água. Apesar de ainda não ser uma realidade, a obtenção da isca em cativeiro, atrelada a esforços na redução da mortalidade, têm potencial de até dobrar a produção do atum devido à redução do tempo para iscagem, gerando vantagens econômicas e ambientais.

Palavras-chave: Pesca Industrial. Bonito-Listrado. Vara e Isca-Viva. Embarcações de Pesca. Projeto de Navios

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Volume total (em toneladas) das espécies pescadas em Santa Catarina por modalidade de pesca.....	22
Tabela 2 - Grupo de Espécies de Atum de maior volume pescado	24
Tabela 3 - Volume de atum pescado por modalidade	27
Tabela 4 - Volume de atum pescado por modalidade no Oceano Atlântico	27
Tabela 5 - Volume de bonito-listrado pescado por modalidade no Oceano Atlântico...	28
Tabela 6 - Especificação da Embarcação Base	50
Tabela 7 - Isca Embarcada.....	55
Tabela 8 - Monitoramentos Ochiellini (2013).....	56
Tabela 9 - Monitoramentos Rodrigues-Ribeiro (2000).....	57
Tabela 10 - Resultados Weibull.....	60
Tabela 11 - Chance de Sucesso da Pescaria	60
Tabela 12 - Coeficientes Hidrostáticos da Embarcação Projetada	62
Tabela 13 - Componentes de Peso e Centros Verticais de Gravidade.....	65
Tabela 14 - Equipamentos de Medição Necessários	71
Tabela 15 - Custo de Mão de Obra - Iscagem	75
Tabela 16 - Custo estimado de Óleo Diesel Marítimo na Viagem.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção de pescado (kg) em Santa Catarina entre 1990 e 2010.....	20
Figura 2 - Registro, esforço e taxa de pesca de atum no sudeste e sul do Brasil	25
Figura 3 - O método de cerco	29
Figura 4 - Pesca na modalidade Espinhel.....	30
Figura 5 - A pesca pelo método de Corrico.....	31
Figura 6 - A pesca pelo método de vara e isca-viva.....	33
Figura 7 - Região de Ocorrência da Sardinha-Verdadeira	35
Figura 8 - Pesca da isca pelo método de cerco	36
Figura 9 - Modelo de Espiral de Projeto de Evans	42
Figura 10 - Fluxograma da Iscagem através do cerco	46
Figura 11 - Fluxograma da iscagem em cativheiro	47
Figura 12 - Modelagem do Casco da Embarcação Projetada.....	50
Figura 13 – Lesões nas iscas após o cerco.....	52
Figura 14 - Modelo de bomba para sucção de pescado.....	52
Figura 15 - Bomba de Sucção Seleccionada	54
Figura 16 - Histograma kg atum/kg isca	58
Figura 17 - Regressão da distribuição para Weibull	59
Figura 18 - Graus de Liberdade de Movimento da Embarcação.....	61
Figura 19 - Modelagem no Software Maxsurf	63
Figura 20 - Distribuição dos pesos a bordo	64
Figura 21 - Localização dos Pontos de Análise de Comportamento no Mar	66
Figura 22 - Frequência de Excitação x Aceleração Vertical	67
Figura 23- Diagrama do Sistema de Circulação de Água das Tinas	70
Figura 24 - Aeradores Mecânicos para Tanques	73
Figura 25 - Deslocamento hipotético da embarcação em busca de isca.....	76
Figura 26 - Arranjo do Convés das Embarcações Semelhantes	92

LISTA DE ABREVIATURAS

PIB – Produto Interno Bruto

MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura

ICCAT – International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas

CEPSUL – Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Sudeste e Sul

SINAVAL – Sindicato Nacional Da Indústria da Construção e Reparação Naval e Offshore

ICMBio – Instituto Chico Mendes da Conservação da Biodiversidade

OMS – Organização Mundial da Saúde

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

LAPMAR – Laboratório de Piscicultura Marinha da UFSC

SINDIPI – Sindicato dos Armadores e das Indústrias de Pesca de Itajaí e Região

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	A PESCA COM VARA E ISCA-VIVA.....	17
2.1	A Pesca Industrial: Histórico, panorama atual no Brasil e potencial inexplorado.17	
2.1.1	História da Pesca	17
2.1.2	Pesca Artesanal e Industrial	18
2.1.3	Estado atual da Pesca Industrial no Brasil	19
2.1.4	Tendências do Setor	20
2.1.5	O atum como espécie alvo	22
2.1.6	Regulamentação da Pesca de Atum	25
2.2	Modalidades de Pesca de Atum	27
2.2.1	Cerco	28
2.2.2	Espinhel.....	29
2.2.3	Corrico.....	30
2.2.4	Vara e Isca-Viva.....	31
2.3	A isca viva	34
2.4	Criação de iscas em cativeiro.....	37
3	PROJETO DE EMBARCAÇÕES PESQUEIRAS	39
4	ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO E PROJETO PRELIMINAR DE EMBARCAÇÃO DE PESCA DA MODALIDADE VARA E ISCA-VIVA	44
4.1	Especificações de Projeto	44
4.2	Projeto Preliminar dos Principais Atributos de Embarcação de Pesca de Vara e Isca-Viva.....	49
4.2.1	Definição do método adequado para transbordo.....	51
4.2.2	Estimativa da probabilidade de sucesso da pescaria em função do volume de isca embarcado	55
4.2.3	Posicionamento adequado das tinas baseado no comportamento da embarcação no mar.....	61

4.2.4 Circulação de água, oxigenação e controle da temperatura	68
5 COMPARAÇÕES E GANHOS OPERACIONAIS ESPERADOS COM AS ADAPTAÇÕES PROPOSTAS	75
6 CONCLUSÃO.....	80
REFERÊNCIAS	83
APÊNDICE A: Arranjo do Convés das Embarcações Semelhantes	92

1 INTRODUÇÃO

A indústria da Pesca contribuiu, em 2013, com 5 bilhões de reais ao Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, gerando cerca de 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos (MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA - MPA, 2014). O setor poderia ser ainda mais representativo, visto que a costa brasileira possui extensão de 8.511 quilômetros com acidentes geográficos pouco representativos (NOBREGA, 2003) e por ser favorecido com relação à variedade de espécies de peixes marinhos que ocorrem na região (MENEZES, 2013). Ademais, investir na pesca pode ser uma alternativa para o setor de construção naval no Brasil, que entre 2014 e junho de 2016 teve cerca de 50% dos empregados demitidos (SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO E REPARAÇÃO NAVAL E OFFSHORE - SINAVAL, 2016).

Um grupo de espécies de pescados em especial demonstra capacidade de gerar ainda mais empregos e receita para o Brasil. Trata-se do atum, que figura atualmente em uma das maiores cadeias de processamento de pescado no país (OCCHIALINI, 2013).

Com o objetivo de regulamentar a pesca do atum, diminuir a possibilidade de extinção de suas espécies e do impacto causado pela prática no Oceano Atlântico, a Comissão Internacional para a Conservação do Atum do Atlântico – ICCAT – estabelece anualmente cotas para a extração das espécies de atum para cada país banhado pelo Atlântico (ICCAT, 2016).

O Brasil vem repetidamente ao longo dos anos deixando de pescar a cota estabelecida pela ICCAT para diversas espécies de atum. Este fato representa não só um problema econômico, já que o país não explora a quantidade que tem direito deixando de gerar divisas – mas, também pode acarretar em restrições por parte da ICCAT, que pode diminuir a cota caso o país não aumente a quantidade pescada (CAMILO, 2016).

Para diminuir a possibilidade de eventual aplicação de tais restrições, o Governo do Brasil publicou o Decreto nº 2.840/1998, que facilitava o arrendamento de embarcações estrangeiras, permitindo que estas realizassem a pesca na Zona Econômica Exclusiva do Brasil (BRASIL, 1998), porém a pesca realizada por outros países

desfavorece a cadeia produtiva brasileira que está envolvida com o processamento do pescado.

Uma das razões pelas quais o Brasil não explora todo o potencial da indústria da pesca, em especial com relação ao atum, é a defasagem tecnológica das embarcações deste fim quando comparadas com navios estrangeiros (CAMILO, 2016). Além de investimentos em equipamentos, os navios pesqueiros brasileiros devem atentar para mudanças na operação que podem aumentar a eficiência da pesca.

Existem diversas modalidades que podem ser empregadas para pescar o atum, dentre elas a pesca de cerco, espinhel, corrico e vara e isca-viva. Todas as modalidades causam impactos negativos ao meio ambiente - como exemplo a modalidade de cerco pode acarretar na extração de espécies que não representam o objetivo da pesca, como de tartarugas, golfinhos e peixes em extinção, além da constante deposição de lixo nos oceanos.

A modalidade que pesca com vara e isca-viva tende a ser mais seletiva, com porcentagem de pesca variando de 5 a 15% do cardume, favorecendo a sustentabilidade da espécie (MATSUURA, 1982). Esta modalidade vem sendo empregada no Brasil desde a década de 1970, e apresenta bom rendimento, com grande quantidade de pescado desembarcado em cada viagem (BOLETIM ESTATÍSTICO DA PESCA INDUSTRIAL CATARINENSE, 2013). Pode-se presumir que um aumento na quantidade de embarcações de pesca com vara e isca-viva pode aumentar significativamente a produção do atum por barcos brasileiros, sem comprometer a sustentabilidade da espécie de atum (OCCHIALINI, 2013).

A pesca com vara e isca-viva se dá em dois momentos (CEPSUL, 2016): o primeiro ocorre próximo à costa, quando pequenas embarcações pescam iscas (tipicamente juvenis de sardinha), para então embarcá-las em navios maiores (atuneiros); no segundo momento, quando a pesca do atum é efetivamente realizada, as iscas são liberadas ao ser localizado cardume em alto mar e os pescadores capturam o atum.

Para Occhialini et al. (2013) o que limita a pesca do atum bonito-listrado pela modalidade vara e isca-viva é justamente a disponibilidade de tais iscas, tanto pela dificuldade de pescá-las e pela variação de sua ocorrência próximo à costa – ocasionada tanto por fatores naturais quanto pela sobrepesca das espécies utilizadas como isca - quanto pela alta mortalidade destas enquanto estão armazenadas no atuneiro durante o processo de busca e pesca do atum.

No interior dos atuneiros brasileiros a mortalidade de iscas é de 50% em média, devido ao manejo e acondicionamento inadequados. Em outras palavras, em média metade dos recursos utilizados na exploração do atum são desperdiçados, caracterizando grande ineficiência da operação. Segundo Occhialini (2013), o rendimento dos atuneiros de vara e isca-viva do Sudeste e Sul do Brasil é de, em média, 25 toneladas de atum para cada tonelada de isca-viva. Tal rendimento poderia chegar a cerca de 40 toneladas de atum para cada tonelada de isca, caso a mortalidade de iscas fosse reduzida no interior das embarcações com a adoção de práticas como o uso de equipamentos e procedimento adequado para embarque de iscas no atuneiro, a manutenção da oxigenação das tinas e limpeza constante das mesmas.

Outro fato observado nas operações de pesca com vara e isca-viva são os grandes deslocamentos – em geral ao longo de toda a costa sudeste e sul do Brasil – realizado pelas embarcações na busca das iscas. Segundo Occhialini (2013), a autonomia das embarcações atuneiras pode ser em até 50% utilizada para a pesca da isca. Ou seja, em alguns casos metade do tempo total de pesca é utilizado para a obtenção da isca.

Assim, uma das alternativas para o aumento da produção de atum é o cultivo de iscas em cativeiro, processo que reduziria a necessidade de deslocamentos para a obtenção da isca e ainda diminuiria o impacto ambiental da retirada da sardinha das proximidades da costa. Pesquisas, como a conduzida por Dick et al (2008), apontam que a produção de isca em cativeiro é possível, e que esta poderia representar a busca pela sustentabilidade ecológica tanto da produção do atum como da sardinha, além de reduzir conflitos entre os setores artesanais e industriais. A utilização de iscas provenientes de criadouros tende ainda a aumentar a população de sardinha no mar, visto que nem toda a isca lançada no momento da pesca é consumida pelos cardumes de atum.

Portanto, entende-se que o Brasil tem um potencial inexplorado na produção do atum, em especial da espécie bonito-listrado (espécie com maior demanda de mercado), de acordo com a organização internacional que regulamenta a pesca (ICCAT). Tal potencial poderia ser explorado de forma sustentável caso a opção pela modalidade de vara e isca-viva e a produção de iscas em cativeiro torne-se uma realidade.

Para explorar os recursos naturais de que tem direito da forma mais eficiente e sustentável quanto possível, as embarcações de pesca devem estar preparadas para esta nova condição operacional. Deve-se ter informações e estudos que sirvam como referência no projeto e adaptações necessárias às embarcações, tendo em vista a mudança

das características da operação de pesca por vara e isca-viva decorrentes do fornecimento de iscas a partir de cativheiro e na busca para a redução da mortalidade das mesmas durante o processo de busca dos cardumes de atum. Há na literatura estudos, como o de Occhialini (2013), referentes à demanda de iscas e suas causas de mortalidade, porém o foco não é o estabelecimento de requisitos para o projeto de novas embarcações ou adaptações das que já estejam operando visando reduzir a mortalidade e aumentar a eficiência da pesca.

A metodologia utilizada para a realização deste trabalho é a usual de projeto de embarcações de pesca, proposta por Lamb et al. (2007). O foco é realizar as etapas de levantamento de requisitos e projeto preliminar. Em cada etapa faz-se uso de ferramentas que auxiliam nas tomadas de decisão do projeto, como ferramentas estatísticas e computacionais, além da seleção de equipamentos de forma a atenuar a causa da mortalidade das iscas. Tal seleção é feita de forma prática e visando a facilidade de implementação nas embarcações. Ao fim, sugere-se trabalhos futuros que possam comparar e quantificar os ganhos decorrentes das adequações propostas.

Objetivos

Esta seção apresenta os objetivos a serem atingidos com a realização do presente trabalho de conclusão de curso.

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver o projeto preliminar dos principais atributos de uma embarcação de pesca do método de vara e isca-viva, a fim de contemplar as mudanças na operação atual decorrentes do fornecimento de iscas de cativheiro e da necessidade de reduzir a mortalidade das iscas.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Descrever a operação atual de pesca pelo método de vara e isca-viva, identificando principais fatores de ineficiência;
- Identificar os impactos que a mudança da operação – decorrente do fornecimento de iscas de cativheiro - traria para as embarcações;

- Definir método de transbordo entre os criadouros e o atuneiro, a fim de reduzir a colisão e lesões nas iscas;
- Estimar a probabilidade de sucesso de uma pescaria dada a limitação de densidade de armazenamento das iscas;
- Determinar a melhor localização das tinas a bordo, devido ao comportamento da embarcação no mar;
- Selecionar equipamentos afim de monitorar e controlar os parâmetros de temperatura, pH e oxigênio dissolvido na água das tinas;
- Comparar o projeto proposto com o estado atual da pesca.

1.1 Estrutura do documento

No capítulo 1 é apresentada a introdução do projeto, definindo o contexto e a importância econômica, social e ambiental do desenvolvimento do mesmo.

O capítulo 2 evidencia os principais componentes do cenário da pesca industrial de atum no Brasil, em especial na região Sul e Sudeste, além de apresentar dados relevantes para o desenvolvimento do projeto.

Já o capítulo 3 apresenta a metodologia utilizada para a investigação e proposta de melhorias nas embarcações de pesca pelo método de vara e isca-viva, que é baseada nas etapas de projeto propostas por Lamb (2007).

O capítulo 4 apresenta as etapas do desenvolvimento das etapas de levantamentos de requisitos e projeto preliminar da embarcação. O foco é dado aos atributos julgados mais importantes para a redução da mortalidade das iscas e aumento da eficiência da operação de pesca.

O capítulo 5 apresenta as principais comparações e resultados esperados com o projeto, focando nos ganhos esperados decorrente das alterações propostas para as embarcações e ao processo de pesca.

Por fim, no capítulo 6 são apresentadas as conclusões do projeto assim como etapas futuras e sugestão de demais atributos que contribuiriam para que o objetivo do presente trabalho seja amplificado.

2 A PESCA COM VARA E ISCA-VIVA

Nesta seção são apresentados os conceitos fundamentais que compõem a base para a realização do projeto. Os principais focos são relacionados à pesca industrial, seu panorama atual e o potencial ainda inexplorado, a pesca do atum e as modalidades empregadas; e as principais particularidades das operações de pesca pelo método de vara e isca-viva.

2.1 A PESCA INDUSTRIAL: HISTÓRICO, PANORAMA ATUAL NO BRASIL E POTENCIAL INEXPLORADO.

2.1.1 História da Pesca

A ligação do homem com as águas foi primordial para a consolidação da espécie e para moldar o mundo da forma que é hoje. A pesca está presente no dia-a-dia da humanidade há milhares de anos e foi fundamental para o desenvolvimento das civilizações – existem sinais de sua existência de cerca de 50 mil anos atrás, no período Paleolítico em diversos sítios arqueológicos. É anterior ao desenvolvimento da agricultura e é considerada uma das primeiras profissões do homem (AFONSO-DIAS, 2007).

No Brasil é uma atividade que vem sendo desempenhada desde as antigas populações indígenas que habitavam diversas regiões do país. Silva (2016) destaca que a presença de sambaquis – depósito de conchas encontrados ao longo de todo litoral brasileiro – é um indício da utilização dos recursos hídricos como fonte de alimento pelos primeiros habitantes. Fica evidente também em relatos como o de Pero Vaz de Caminha a utilização de embarcações – tanto para pesca como para transporte – pelos primeiros habitantes da região.

“E alguns se metiam em almadias (espécie de jangada) – duas ou três que lá tinham – as quais não são como as que vi; apenas são três traves, atadas juntas.” (CAMINHA,1500).

Para Moares (2005) e Silva (2016) as habilidades da pesca desempenhada pelos indígenas foram condensadas com o conhecimento trazido pelos europeus e africanos, o

que permitiu que novas técnicas surgissem ao longo do tempo, as quais refletem nos petrechos e práticas utilizadas atualmente. Às canoas e jangadas, flechas, arpões e tapagens utilizadas pelos indígenas Tupinambás foram incorporados petrechos – como anzóis e redes de arrastar e arremessar – trazidos pelos europeus. Dos africanos herdou-se uma diversidade de cestos e outros objetos utilizados na captura do pescado.

As jangadas utilizadas inicialmente também evoluíram, mas mantiveram conceitos primários. Segundo relatos de Cascudo (1964), as embarcações utilizadas pelos indígenas, principalmente na região Nordeste do Brasil, eram balsas formadas por seis peças de madeira leve ligadas com uma vela latina, um leme e um longo bastão onde se suspedia um vaso com água e provisões. De acordo com o relato, estas embarcações eram velozes e utilizadas para pesca em alto mar. Embarcações e utensílios de pesca semelhantes são ainda observados atualmente.

A evolução da pesca no Brasil, bem como em outros lugares ao redor do mundo, se deu em duas vertentes distintas: na pesca artesanal e na pesca industrial. É importante conhecer as particularidades de cada uma para que, objetivando o aumento da produção da pesca industrial, sejam mínimos os impactos na pesca artesanal – que tem por objetivo a subsistência das famílias envolvidas.

2.1.2 Pesca Artesanal e Industrial

As duas classes distintas de pesca diferem principalmente quanto ao objetivo final – subsistência ou comercialização – e nos métodos e equipamentos utilizados. Em alguns casos e regiões específicas a pesca artesanal é afetada e tem produção comprometida por conta dos grandes volumes extraídos pela pesca industrial.

A pesca artesanal caracteriza-se pelo trabalho pouco mecanizado, desempenhado por pequenos grupos familiares, os quais utilizam pequenas embarcações que, quando possuem motorização, são de pequena potência (SILVA; LEITÃO, 2012).

Segundo Rebouças, Filardi e Vieira (2006), a pesca realizada em pequena escala – e que tem como principal objetivo a subsistência das famílias que a desempenham – representa mais de 50% do total de capturas no mundo e emprega 98% das pessoas que estão envolvidas com a coleta e processamento de recursos marinhos. No Brasil, a maioria das embarcações de pesca é utilizada na pesca artesanal. O país possuía, em 2006, 30 mil embarcações pesqueiras, das quais 25 mil destinados à pesca artesanal e 5 mil utilizados na pesca industrial (ANUÁRIO BRASILEIRO DA PESCA E AQUICULTURA, 2014).

Ou seja, cerca de 80% das embarcações de pesca eram utilizadas por pequenos grupos familiares. A pesca artesanal representa ainda a cultura e tradição das populações ribeirinhas ao longo de toda a costa brasileira, em muitos casos é uma atividade passada de geração para geração.

Esta classe de pesca não era regulamentada no Brasil até 2003, ou seja, os pescadores não eram contemplados com benefícios previdenciários ou trabalhistas (OLIVEIRA; SILVA 2011). A definição jurídica válida da pesca artesanal é datada de 2009 porém não é clara na conceituação da atividade, pois esta não caracteriza o regime de economia familiar – o qual define esta classificação – e não determina com exatidão o comprimento ou porte das pequenas embarcações utilizadas para a atividade de pesca e que a classifique como artesanal. De acordo com Ferreira (2016), o tamanho da embarcação é o critério utilizado em metade dos países para diferenciar a pesca artesanal da industrial.

Já quando o principal objetivo da pesca é a comercialização, utilizam-se embarcações de médio e grande porte e as pessoas envolvidas na pesca são assalariadas, esta atividade é classificada como pesca industrial. Segundo Oliveira e Silva (2012), a regulamentação da pesca – e a diferenciação entre pesca artesanal e industrial – teve o objetivo de promover a constante industrialização do setor, como um esforço para aproveitar os recursos naturais e gerar empregos e renda. Para Araújo (2014) o que diferencia ainda a pesca artesanal da industrial são as tecnologias, os subsídios governamentais, a propriedade da embarcação ou frota, a autonomia no mar, dentre outros. Também de acordo com Silva (2014) a pesca industrial tem como características o uso de tecnologias sofisticadas e pesados investimentos.

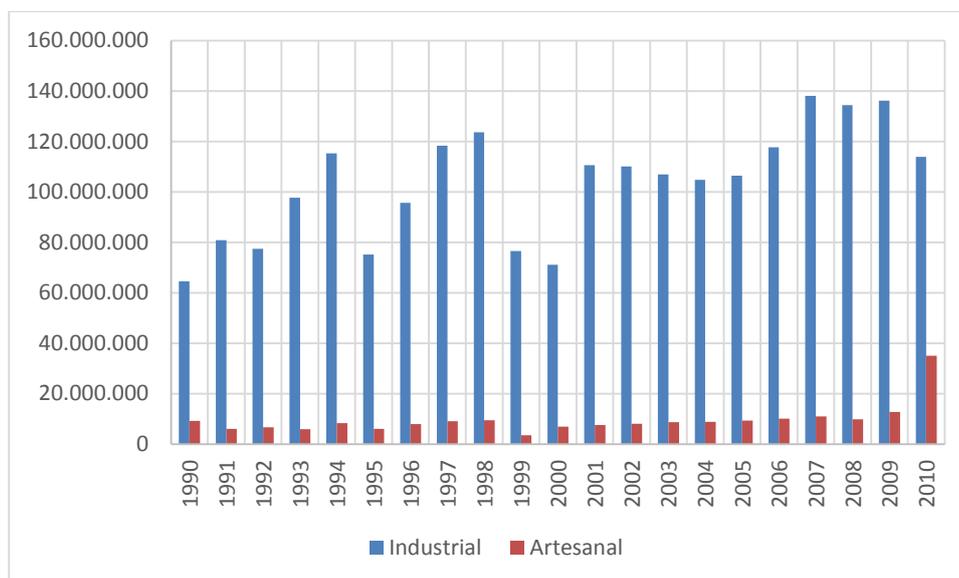
2.1.3 Estado atual da Pesca Industrial no Brasil

Com o objetivo de fomentar a produção pesqueira e aquícola abrangendo produção, transporte, beneficiamento, transformação e armazenagem através de investimentos e concessão de licenças, o Governo Federal sancionou as leis nº 10.683/2003 (BRASIL, 2003) e 11.958/2009 (BRASIL, 2009). A última foi responsável pela criação do Ministério da Pesca e Aquicultura, o qual, em conjunto com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Instituto

Chico Mendes da Conservação da Biodiversidade (ICMBio), assumiram a função de fiscalizar, ordenar e gerar estatísticas sobre a pesca artesanal e industrial no Brasil.

A Figura 1 apresenta o histórico da produção de pescado no estado de Santa Catarina entre 1990 e 2010, publicados no Boletim Estatístico da Pesca (UNIVALI/CTTMar, 2013). Observa-se que os volumes computados na pesca industrial foram muito superiores à produção artesanal, apesar do número de pessoas e embarcações envolvidas ser menor na pesca industrial.

Figura 1 - Produção de pescado (kg) em Santa Catarina entre 1990 e 2010



Fonte: Adaptado de UNIVALI/CTTMar (2013);

O Ministério da Pesca e Aquicultura foi extinto em 2015 devido à reforma ministerial e contenção de gastos proposta pelo Governo Federal. O antigo Ministério teve as funções agregadas pelo Ministério da Agricultura (FARIAS, 2015). Com isto a geração de boletins estatísticos sobre a pesca ficou comprometida, sendo o último relatório gerado em 2013.

2.1.4 Tendências do Setor

O consumo de pescado tem aumentado em todo mundo. Em geral as pessoas estão em busca de alternativas para ingestão de proteína e encontram nos peixes e demais

recursos marinhos uma carne saudável e com baixo teor de gordura. São alimentos fonte de diversos nutrientes, dentre eles cálcio, ferro e vitaminas D e B12 (ZANIN, 2017).

Apesar disto, no Brasil o consumo per capita de pescados é abaixo da recomendada pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Enquanto a OMS sugere um consumo de 12 kg de peixe por pessoa por ano os brasileiros comem apenas 9 kg por habitante por ano (SIDONIO et al., 2011). A média mundial é de 17 kg por habitante, sobretudo pelo alto consumo observado em países como Japão e Portugal, por exemplo. Para responder a demanda reprimida de consumo o Brasil deve investir na infraestrutura para pesca extrativista e na aquicultura, de maneira eficiente e sustentável.

O potencial de expansão da atividade de pesca no Brasil foi destacado pelo 1º Anuário Brasileiro da Pesca e Aquicultura (2014). De acordo com o relatório, o país tem condições de no futuro figurar entre os maiores produtores de pescado do mundo. Em 2010 o país era apenas o 25º maior produtor de pescado (levando-se em conta apenas a pesca extrativista), apesar da grande extensão de sua costa, a qual alcança cerca de 8.500 quilômetros com acidentes geográficos pouco representativos (NOBREGA, 2003). O país é favorecido com relação à variedade de espécies de peixes marinhos que ocorrem na região, portanto estes recursos poderiam ser melhor explorados (MENEZES, 2013).

Segundo estimativas da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) o Brasil poderá alcançar em 2030 uma produção de 20 milhões de toneladas, caso o país explore de maneira satisfatória seus recursos. Comparando esse volume de produção com o relatado em 2010, onde tanto a pesca extrativista quanto a aquicultura somaram um total de 1,3 milhões de toneladas, fica evidente que para alcançar o previsto o país deve investir em toda a infraestrutura necessária.

A importância econômica da pesca também merece destaque. Os 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos relatados em 2013 pelo Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA (2014) poderiam ser ainda mais expressivos e representativos para a economia.

Um dos fatores a serem levados em conta, principalmente para a expansão da pesca extrativista, é a necessidade de renovação da frota, aumento da sua tecnologia e mudanças nas operações de pesca de forma a torná-la mais eficiente e sustentável. A idade média das embarcações de pesca no Brasil é de 30 anos e os processos e técnicas utilizados não sofreram alterações significativas nos pelos menos 50 últimos anos (ANUÁRIO BRASILEIRO DA PESCA E AQUICULTURA, 2014).

Dentre os setores que compõem o pilar para uma reestruturação da pesca no Brasil encontra-se o da indústria naval. O país possui 36 estaleiros capazes de construir médias e grandes embarcações de aço, porém muitos vêm enfrentando dificuldades para continuar suas operações devido ao cenário econômico atual que reflete em uma baixa demanda por embarcações (ROSA; ORDOÑEZ, 2016). No Brasil entre 2014 e junho de 2016, cerca de 40 mil trabalhadores da indústria naval foram demitidos, o que representa uma redução de 47% das vagas no setor (SINAVAL, 2016).

2.1.5 O atum como espécie alvo

No Boletim Estatístico da Pesca em Santa Catarina (2012) são apresentados os volumes capturados pela pesca industrial no estado, segregados por espécies e por modalidade de pesca desempenhada. A Tabela 1 traz um resumo, apresentando as principais espécies pescadas em Santa Catarina no ano de 2012.

Tabela 1 – Volume total (em toneladas) das espécies pescadas em Santa Catarina por modalidade de pesca

ESPÉCIE	ARRASTO DUPLO	ARRASTO PARELHA	ARRASTO SIMPLES	CERCO	EMALHE FUNDO	VARA E ISCA-VIVA	TOTAL
Sardinha-Verdadeira	0	0	0	51.878	0	0	51.878
Bonito-Listrado	0	0	0	198	4	20.004	20.327
Corvina	99	947	65	171	11.989	0	13.277
Castanha	523	1.427	3.264	120	51	0	5.385
Abrótea-de-fundo	4.869	0	31	0	270	0	5.174
%Total	5,7%	2,5%	3,5%	54,5%	12,8%	20,8%	100,0%

Fonte: Adaptado de Boletim Estatístico da Pesca em Santa Catarina (2012)

Observa-se que as espécies mais desembarcadas no estado foram a sardinha-verdadeira (52 mil toneladas) e o bonito-listrado (20 mil toneladas). As duas espécies são de grande importância para a indústria da pesca no Brasil. Segundo Pinto (2016), a líder brasileira no mercado em venda de peixes enlatados tem a sardinha como responsável por 60% do seu faturamento, enquanto o atum (em geral da espécie bonito-listrado) representa

30%. Além da sardinha que aparece nos relatórios de volume de pescado desembarcado, a espécie também é utilizada como isca para a pesca do atum na modalidade de vara e isca-viva. Devido a isto observa-se uma diminuição da disponibilidade da sardinha na região sul e sudeste do Brasil, o que acaba por afetar também a pesca artesanal, por esta se tratar de uma espécie bastante explorada e consumida pelas famílias (LIMA; LIN; MENEZES, 2000).

Outro fato observado é a sazonalidade, com a diminuição natural da disponibilidade de sardinha em diferentes anos. A safra da sardinha de 2017, segundo Spautz (2017), foi a pior dos últimos cinco anos em Santa Catarina devido a dois motivos principais: o fenômeno *el niño* que foi responsável pelo aquecimento da água no Sul e Sudeste e causou a dispersão da espécie; além do aumento da eficiência das embarcações pesqueiras observadas a partir de 2009 que aumentou o volume pescado e reduziu os estoques. Fica evidente portanto, que aumentar a exploração da sardinha-verdadeira vai na contra-mão da sustentabilidade da espécie.

Por outro lado o atum, especificamente da espécie bonito-listrado, apresenta estoques que não sofreram alteração nos últimos anos, segundo Andrade (2008).

Os atuns constituem um grupo de espécies de peixes pelágicos que habitam durante todo o seu tempo de vida em regiões próximas à superfície dos oceanos. Possuem característica migratória e movimentação constante, sendo localizados tanto em águas tropicais, sub-tropicais ou temperadas. A morfologia das espécies explica a necessidade constante de movimentação: estes peixes nadam de boca aberta, forçando a entrada de água e oxigênio pelas brânquias. Tal característica respiratória é de certa forma vantajosa, pois demanda pouca energia para respiração, porém os peixes devem estar em movimentação constante para bombear oxigênio para seu corpo. A característica alimentar de cada espécie de atum depende de seu tamanho: os atuns de grande e médio porte alimentam-se de outras espécies de peixes pelágicos, enquanto atuns de menor porte alimentam-se basicamente de zooplâncton (GUIA DE IDENTIFICAÇÃO DOS ATUNS DO ATLÂNTICO, 2008).

Segundo a FAO (2010), os atuns tem grande relevância econômica ao redor do mundo por serem importante fonte de alimento. O número total de espécies de atum é próximo de quarenta, ocorrendo nos Oceanos Atlântico, Índico e Pacífico e no Mar Mediterrâneo. Registros apontam que no ano de 1950 a captura total de atum no mundo era de 0,6 milhões de toneladas. Em 2010 o volume pescado foi de 6 milhões de toneladas.

Os registros da FAO (2010) fazem uma diferenciação entre as espécies de atum, considerando as que tem mais importância em termos de volume capturado. O grupo de maior importância no mercado responde por cerca de 70% da captura total. Neste grupo a região de maior captura foi no Oceano Pacífico, com 70,5% do total pescado em 2008, seguido pelo Índico (19,5%) e o Atlântico e Mar Mediterrâneo somando 10%. As espécies de atum consideradas como mais importantes devido ao valor comercial e volume extraído dos oceanos é apresentado na Tabela 2, que indica também a representatividade de cada espécie do volume total. Nota-se que o Bonito-Listrado aparece no topo da lista de capturas de atum no mundo.

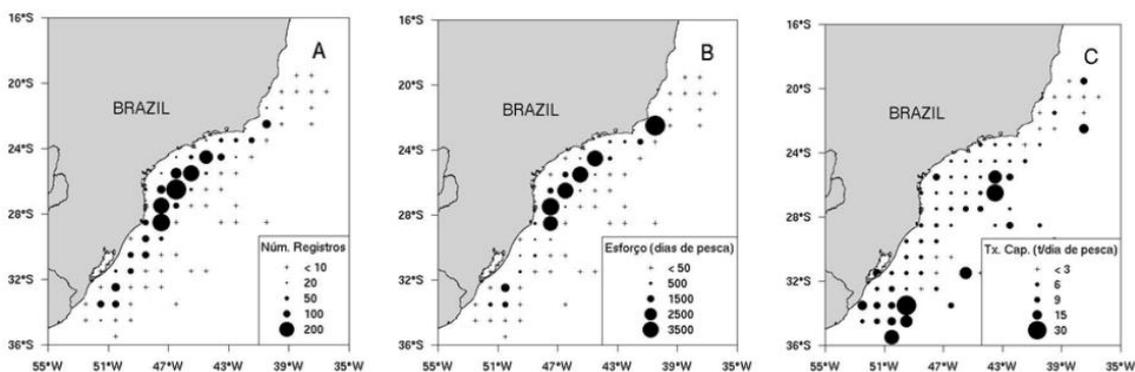
Tabela 2 - Grupo de Espécies de Atum de maior volume pescado

Espécie	%
Bonito-Listrado	58,1%
Albacora-Lage	26,8%
Albacora-Cachorra	8,2%
Albacora-Bandolin	5,9%
Azul do Pacífico	<1%
Azul do Sul	<1%
Azul do Atlântico	<1%

Fonte: Adaptado de FAO (2010)

Segundo Andrade (2008), no Brasil as capturas do bonito-listrado tem maior ocorrência na região sul e sudeste, em especial no litoral dos estados de Santa Catarina e Paraná. A Figura 2-A apresenta os registros observados por Andrade (2008), a Figura 2-B apresenta o esforço das frotas em dias de pesca e a Figura 2-C apresenta a taxa de pesca em toneladas por dia de pesca. Os dados utilizados por Andrade (2008) foram extraídos de reportes das pescarias controlados por órgãos competentes. Vale ressaltar ainda que a pescaria do bonito-listrado é sazonal e a espécie tem preferências por águas quentes. Portanto, a taxa de captura é maior no verão.

Figura 2 - Registro, esforço e taxa de pesca de atum no sudeste e sul do Brasil



Fonte: Andrade (2008)

2.1.6 Regulamentação da Pesca de Atum

Como a maioria das espécies de atum apresenta alto valor agregado, por terem grande aceitação dos mercados consumidores, muitas espécies entraram em risco de extinção. Ao redor do mundo diversas comissões foram criadas com o objetivo de estudar e regulamentar a pesca das espécies de atum.

A fim de conservar as espécies do Oceano Atlântico, foi criada em 1969 a Comissão Internacional para Conservação do Atum do Atlântico – ICCAT (*International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas*). A organização tem por objetivo realizar a compilação estatística dos dados referentes à extração de atum no Oceano Atlântico, bem como liderar pesquisas e conhecimento científico com relação aos estoques e níveis disponíveis das espécies afim de contribuir com sua sustentabilidade. Os relatórios gerados regularmente pela Comissão estabelecem cotas para cada país banhado pelo Oceano Atlântico e pelo Mar Mediterrâneo. Tais cotas são estabelecidas com base nos estudos estatísticos e tem por objetivo manter os estoques das principais espécies de atum estáveis, devendo ser respeitadas pelos países banhados pelo Atlântico, dentre eles o Brasil (ICCAT, 2017).

Os limites são estabelecidos tanto para a sobrepesca quando para a subpesca de espécies de atum. A cota para sobrepesca tem por objetivo claro de minimizar o risco de extinção diretamente das espécies de atum. Por outro lado, a entidade entende que a subpesca também é considerada insustentável pois o excedente de espécies de atum pode causar a diminuição dos estoques das espécies que as servem de alimento, como a sardinha-verdadeira, dentre outras.

Segundo os registros da ICCAT o Brasil vem deixando de extrair as cotas de atum de que tem direito. Com isto a entidade poderia diminuir as cotas para o país e repassa-las para outros para que estes explorem as espécies presentes na Zona Econômica Exclusiva do Brasil. Além de tais restrições, o fato do país não explorar a cota estabelecida é um problema econômico, sendo que tal produção poderia gerar empregos, fonte de alimentação saudável para a população e receita ao país.

Para diminuir a possibilidade de eventual aplicação de tais restrições, o Governo do Brasil publicou o Decreto nº 2.840/1998, que facilitava o arrendamento de embarcações estrangeiras, permitindo que estas realizassem a pesca na Zona Econômica Exclusiva do Brasil (BRASIL, 1998). Porém, segundo Fortes (2013), o processo de arrendamento era controlado e gerava vantagens econômicas para apenas uma empresa, a qual detinha a concessão para arrendar e operar as embarcações estrangeiras. O proprietário desta empresa era o secretário de pesca que propôs que a medida fosse tomada. Tal arrendamento era feito em especial para navios japoneses que, em sua grande maioria, pescam através da modalidade espinhel.

Outra justificativa para o arrendamento seria a possibilidade de o Brasil absorver a tecnologia e as técnicas de pesca praticadas por países mais desenvolvidos na atividade. Porém as embarcações e suas tecnologias continuam defasadas e pouco evoluíram no Brasil durante o período, como afirma Camilo (2016).

Apesar das modalidades e embarcações de pesca não terem evoluído nos últimos anos, cresceu o consumo de peixe pela população brasileira (PORTAL BRASIL, 2013). As duas empresas que lideram o mercado de produção e venda de atum enlatado no Brasil – em geral atum da espécie bonito-listrado – dependem da importação para conseguir atender à demanda, o que torna a produção, e consequentemente o preço para o consumidor final, mais caros (SALOMÃO, 2016).

Fica evidente, portanto, que a exploração do bonito-listrado, respeitando as cotas e restrições impostas pela ICCAT, favoreceria uma grande cadeia industrial envolvida na pesca, beneficiamento, conservação, transporte e comercialização, além de beneficiar o consumidor final brasileiro.

2.2 MODALIDADES DE PESCA DE ATUM

Diferentes modalidades são empregadas na pesca das diversas espécies de atum. Dentre elas destacam-se: redes de cerco, espinhel, corrico e vara e isca-viva. Esta seção irá apresentar as principais características, vantagens e desvantagens de cada modalidade.

A Tabela 3 apresenta a participação de cada uma no volume pescado das principais espécies de atum. Somadas, as quatro modalidades são responsáveis pela extração de 88% do atum em todo o mundo.

Tabela 3 - Volume de atum pescado por modalidade

Mundo		
Método	Volume	%
Cerco	2.932.763	64%
Espinhel	615.175	13%
Vara e Isca-Viva	438.965	10%
Corrico	70.730	2%

Fonte: Adaptado de Macfadyen, Huntington, Caillart (2016)

Observa-se que a modalidade mais representativa é a modalidade de cerco, consideravelmente superior à pesca com espinhel de superfície, segunda modalidade mais utilizada. Porém, se analisados apenas os dados referentes às capturas realizadas no Oceano Atlântico, a segunda modalidade mais aplicada é a de Vara e Isca-Viva, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Volume de atum pescado por modalidade no Oceano Atlântico

Oceano Atlântico		
Método	Volume	%
Cerco	256.556	54%
Vara e Isca-Viva	109.241	23%
Espinhel	83.335	17%
Corrico	6.236	1%

Fonte: Adaptado de Macfadyen, Huntington, Caillart (2016)

Analisando apenas a espécie de atum Bonito-Listrado, espécie de maior representatividade conforme Tabela 2, observa-se que a contribuição de cada modalidade segue o apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Volume de bonito-listrado pescado por modalidade no Oceano Atlântico

Bonito-Listrado no Atlântico		
Método	Volume	%
Cerco	157.666	65%
Vara e Isca-Viva	75.778	31%
Espinhel	817	0%
Corrico	129	0%

Fonte: Adaptado de Macfadyen, Huntington, Caillart (2016)

De acordo com Andrade (2008), os volumes de Bonito-Listrado são extraídos no Brasil majoritariamente através da modalidade Vara e Isca-Viva. Isto se dá pelo fato de não ter sido estabelecida frota no Brasil capaz de realizar o cerco dos cardumes, enquanto a modalidade de Vara e Isca-viva já é empregada há anos e tem embarcações capazes de realizar a pesca. As características de cada modalidade são apresentadas na sequência.

2.2.1 Cerco

A modalidade de cerco caracteriza-se pela utilização de largas e longas redes para cercar a espécie alvo, em geral ocorrendo próximo à superfície. O processo consiste inicialmente na localização do cardume a ser cercado. Pequenas embarcações – chamadas de pangas ou caícos (detendo uma extremidade da rede) – são lançadas da embarcação principal. A pequena embarcação permanece parada enquanto a principal circunda o cardume, liberando a rede (geralmente pela popa), conforme indicado por 1 na Figura 3. A etapa seguinte é o fechamento da rede e posicionamento desta ao lado da embarcação principal, com auxílio de equipamentos como guinchos ou rolos, conforme indicado por 2 na Figura 3. É realizado então o transbordo do pescado para o interior da embarcação principal, processo que pode ser realizado utilizando sarico (pequena rede) ou através de bombas de sucção (RENK, 2014).

A principal vantagem desta modalidade é o relativo alto volume de captura em curto período, quando comparado com as outras modalidades. Porém, uma desvantagem do método é relativa à sustentabilidade das espécies marinhas. O cerco tende a não ser seletivo, ou seja, podem ser capturadas espécies que não atingiram nível de maturidade suficiente ou espécies que não são o objetivo da pesca – como tartarugas e golfinhos, dentre outras espécies, além de em muitos casos capturar o cardume inteiro em um lance,

não contribuindo para a sustentabilidade das espécies. Outra desvantagem em termos ambientais é a deposição constante de lixo nos oceanos. Segundo Geraque (2015), cerca de 10% do lixo marinho é proveniente de atividades pesqueiras e a modalidade de cerco é especialmente responsabilizada, pois as redes partidas são lançadas deliberadamente nos oceanos na maioria dos casos.

Por outro lado, de acordo com Andrade (2008), esta modalidade de pesca não foi introduzida com sucesso no Brasil para a pesca do atum. As espécies de atum tem comportamento diferente da sardinha-verdadeira, por exemplo, fazendo com que o processo de cerco seja também diferente. Por conta disso, as embarcações que pescam a sardinha-verdadeira pelo método de cerco não são satisfatórias para a pesca do atum.

Figura 3 - O método de cerco



Fonte: Zallo (2017).

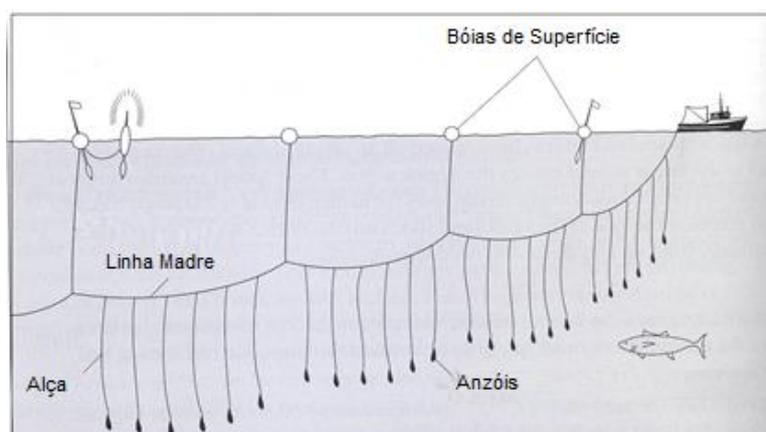
2.2.2 Espinhel

O espinhel, ou *longliner*, é realizado através de linhas com iscas – em geral sardinha, cavalinha e lula – e funciona de forma passiva, onde o barco e a linha, que é depositada no mar, ficam sujeitos às correntes e ventos. O aparato de pesca é composto por uma linha principal (linha madre), pelas linhas secundárias (alças) e pelos anzóis. Bóias luminosas e bóias rádio são posicionadas no início e fim da linha para limitar sua profundidade e facilitar sua localização. A deposição da linha é realizada pela popa da embarcação, assim como seu recolhimento – realizado com auxílio de guincho, conforme Figura 4. Os peixes são retirados da linha pelos pescadores com auxílio de equipamento chamado de bicheiro. Há dois tipos distintos de espinhel, que seguem basicamente o mesmo processo, mas diferem quanto ao posicionamento final da linha: o espinhel de

superfície e o de fundo. No caso da pesca do atum, por conta das características da espécie, a modalidade é classificada como espinhel de superfície. O espinhel possibilita a pesca de todas as espécies de atum listadas como as mais importantes.

Uma desvantagem importante do método, assim como no caso da pesca por redes de cerco, é referente à sustentabilidade de espécies que não são objetivo da pesca. No caso do espinhel, espécies de aves como albatrózes e petréis são afetadas. Tais aves tentam alimentar-se das iscas do espinhel quando a linha está sendo lançada e acabam fiscagadas acidentalmente ou lançadas na água. O resultado são diminuições que preocupam as autoridades ao redor do mundo. A mortalidade acidental de aves pode chegar a 320 mil indivíduos por ano devido às pescarias desta modalidade (ASSIS, 2014).

Figura 4 - Pesca na modalidade Espinhel

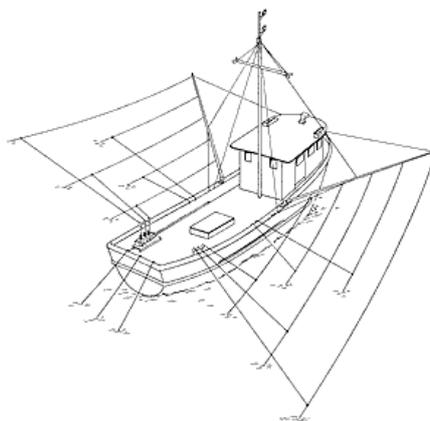


Fonte: Adaptado de *Good Fish Project*, 2013.

2.2.3 Corrico

O Corrico, em inglês *trolling fishing*, é desempenhado em geral por pequenas embarcações. Consiste no lançamento de linhas com iscas no mar enquanto a embarcação se desloca, fazendo com que os peixes persigam a isca até que o pescador consiga retirá-los da água. Depende de baixos investimentos e não é aplicada em grandes escalas em pescas industriais por não ser de grande produtividade comparada às outras modalidades. A principal espécie capturada através desta modalidade é a Albacora. A Figura 5 ilustra a embarcação utilizada no processo.

Figura 5 - A pesca pelo método de Corrico



Fonte: FAO (2017)

2.2.4 Vara e Isca-Viva

Um método de pesca industrial que é semelhante às formas mais primitivas de pesca é a modalidade de vara e isca viva, ou *pole and line* em inglês. Foi uma das primeiras modalidades empregadas para pesca do atum – em especial do Bonito-Listrado – em escala industrial, iniciada no começo do século XX principalmente por embarcações japonesas (BUTCHER, 2004).

No Brasil a técnica começou a ser aplicada apenas por volta do ano 1978 na Bacia de Campos, Rio de Janeiro. No início eram empregadas pequenas embarcações, muitas delas eram adaptadas, pois antes pescavam através de outra modalidade. O local onde as atividades tiveram início destaca-se pela grande exploração e produção de petróleo. É comum que cardumes de atum concentrem-se nas proximidades de embarcações de apoio *offshore* e plataformas de petróleo, portanto as embarcações de pesca deslocavam-se até esta região e a pesca ocorria de forma facilitada. Este fato impulsionou o início da modalidade no país (BRONZ, 2009). A expansão para outros estados e regiões teve início a partir de 1981.

Esta modalidade está entre as mais sustentáveis para a pesca do atum, em especial do bonito-listrado. Isto porque em geral o processo não ameaça a sustentabilidade da espécie alvo (atum), pois tipicamente os indivíduos adultos são capturados. Segundo Matsuura (1982), a taxa de indivíduos pescados através do método está entre 5 a 15% do cardume, o restante continua migrando sem ser prejudicado diretamente pelos barcos. A modalidade é também considerada seletiva, sendo que a ocorrência de pesca de espécies

diferentes do objetivo é praticamente irrelevante. Porém, como será detalhado no decorrer do texto, a necessidade do uso de iscas vivas pode ser considerada como uma desvantagem, pois afeta os estoques de espécies exploradas como isca.

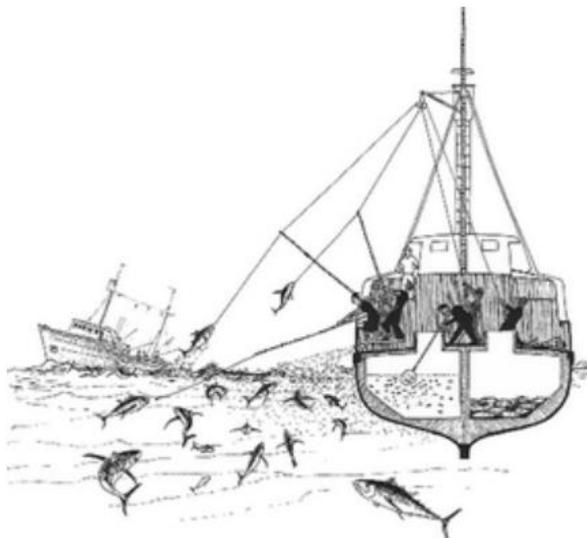
O processo de pesca nesta modalidade pode ser dividido em duas etapas distintas. Inicialmente deve ocorrer a localização e pesca da isca. As espécies mais exploradas com este objetivo são a sardinha-verdadeira e o boqueirão, que habitam regiões próximas à costa em baixas profundidades (CASTELLO, 2000). A modalidade empregada para a pesca da isca é em geral o cerco, que se dá conforme apresentado na seção 2.2.1.

Após a realização do cerco, o caíco é posicionado ao lado do atuneiro e a isca é então transbordada e acondicionada em recipientes chamados de tinas, no interior do atuneiro. Este processo é repetido até que o atuneiro tenha isca em volume considerado pelo armador como suficiente para partir em busca dos cardumes de atum. As iscas devem permanecer aclimatadas nas tinas, onde deve ser provida alimentação adequada e condições para que estas permaneçam vivas, até seu emprego para atrair os atuns. Começa então o processo de localização dos cardumes, o qual em alguns casos é auxiliado por sonares e outros equipamentos.

Quando o cardume, popularmente chamado de manchão, é localizado finalmente inicia-se o processo de pesca do atum. Os pescadores lançam manualmente as iscas ao passo que jatos d'água são lançados ao mar com o objetivo de atrair os atuns, que se aproximam para alimentar-se da isca. Os pescadores, que ficam posicionados nos bordos da embarcação, lançam as linhas e extraem os peixes com varas, conforme Figura 6. Ao ser trazido a bordo o atum solta-se com facilidade dos anzóis, que normalmente possuem formato adequado para tal. O convés das embarcações atuneiras é inclinado, o que facilita o deslizamento do pescado para os tanques onde são armazenados.

O processo é repetido até que os tanques de armazenamento de pescado sejam preenchidos com quantidade julgada ideal pela equipe de pesca, ou até que as iscas acabem, pois sem as iscas o atum não é atraído e a pesca é impossibilitada. Caso a isca acabe quando uma pequena quantidade de atum é pescada é comum ocorrer o deslocamento do atuneiro até as regiões de ocorrência de isca, repetindo o processo de localização e pesca de iscas e posterior localização e pesca de atum.

Figura 6 - A pesca pelo método de vara e isca-viva



Fonte: FAO (2010)

Todas as etapas necessárias para a captura podem durar até cerca de 40 dias - autonomia observada em embarcações de pesca da região Sul e Sudeste do Brasil (OCCHIALINI, 2013). Para garantir que o pescado desembarque com as características ideais para consumo deve-se utilizar técnicas e equipamentos que permitam sua conservação.

Duas alternativas mais aplicadas em pesqueiros brasileiros são: a refrigeração com gelo e o uso de salmoura. A autonomia, o tipo de pescado e o nível de tecnologia do pesqueiro e dos equipamentos embarcados são os fatores que influenciam na escolha do método de conservação ideal.

A conservação com uso de gelo é o método mais antigo e mais comumente aplicado devido aos baixos investimentos iniciais. A bordo das embarcações é necessário no mínimo ter recipiente com isolamento térmico e área para drenagem de água. Segundo Oetterer (2009) a relação ideal de gelo para conservação de pescado no interior das embarcações é de 3:1, ou seja, para cada quilograma de pescado deve-se ter a bordo três quilos de gelo. Este fato implica na redução da capacidade de carga das embarcações, no aumento volume de água deslocado pelas mesmas – consequentemente elevando o consumo de combustível. Outra desvantagem é a redução da autonomia das embarcações, que se limita ao tempo em que o gelo permanece em estado sólido, permitindo que o pescado permaneça em temperaturas ligeiramente acima de 0°C, temperatura na qual o peixe ainda é considerado fresco.

Outra alternativa para conservação do pescado é a imersão em salmoura, que consiste no uso de solução aquosa – em geral utilizando cloreto de sódio – refrigerada. A redução da temperatura da solução pode ser feita tanto utilizando gelo quanto por equipamento mecânico, como compressores. A solução aquosa tem a vantagem de possibilitar a rápida redução da temperatura do pescado devido ao alto coeficiente de transferência de calor e por o pescado ficar imerso completamente. Uma desvantagem do método é a absorção de sódio que ocorre na carne do peixe, podendo alterar suas características e sabor. Portanto, tal método não é aplicado em pescarias de espécies de peixe de carne com sabor suave. Como o atum é em geral utilizado em conservas, passando por um processo produtivo que adiciona outros componentes, a utilização da salmoura para conservação é viável do ponto de vista da qualidade final.

2.3 A ISCA VIVA

Conforme apresentado na seção 2.1 os estoques de atum bonito-listrado são estáveis e o Brasil pesca em volumes abaixo dos recomendados pela ICCAT. Portanto a disponibilidade da espécie alvo não é o que limita sua pesca no país. O limitante desta é a disponibilidade das iscas usadas na modalidade vara e isca-viva (OCCHIALINI, 2013). Conforme apresentado na seção 2.1, a sardinha-verdadeira é a espécie mais desembarcada em Santa Catarina. Tem importância tanto para pesca industrial como para a pesca artesanal, pois alimenta a cadeia de processamento tanto da própria sardinha como a do atum. Fica claro, portanto, que da maneira que as operações ocorrem atualmente, um aumento na produção do atum bonito-listrado está diretamente atrelado ao aumento nas capturas da sardinha-verdadeira.

Tal espécie tem região de ocorrência principal entre o estado do Rio de Janeiro (Cabo de São Tomé – Latitude 22°, indicado pela seta vermelha na Figura 7) e Santa Catarina (Cabo de Santa Marta – Latitude 28°, indicado pela seta verde na Figura 7), com maior concentração entre os estados do Paraná e Santa Catarina (região em amarelo na Figura 7). A profundidade de captura da espécie foi de até 70 metros, a uma distância de até 30 milhas náuticas da costa.

Entre os anos de 1980 e 1990 surgiram frotas de pequenas embarcações dedicadas à pesca de isca com o objetivo de comercializá-las com os atuneiros. Neste período observou-se diminuição preocupante nos estoques de sardinha-verdadeira, muito devido à captura e comercialização descontrolada. Para regular os níveis de estoque o

IBAMA determinou que a partir de 1990 os atuneiros devessem pescar a isca que seria usada nos seus esforços de pesca, sendo proibida a compra de iscas de pequenas embarcações. Com isso tornou-se necessário que os atuneiros levassem em seu convés pequenas embarcações de cerco (caícos) para a pesca de isca, conforme consta na Instrução Normativa N° 16 (IBAMA, 2009).

Figura 7 - Região de Ocorrência da Sardinha-Verdadeira



Fonte: Castello (2000).

Occhialini (2013) apresentou um diagnóstico da pesca de isca-viva no sudeste e sul do Brasil. No estudo a autora enfatiza as características da frota atuneira da região, caracterizando a captura e estimativa de consumo e mortalidade das iscas, através do monitoramento e embarque em parte da frota que pesca entre os estados do Rio de Janeiro e Santa Catarina.

A partir dos monitoramentos estimou-se que, em média, o rendimento das embarcações atuneiras é de cerca de 25 toneladas de atum pescado para cada tonelada de isca embarcada, sendo necessárias, em média, 3,2 toneladas de iscas para pescar o volume observado no estudo – em média 68,7 toneladas de atum por viagem.

A Figura 8 apresenta o processo de pesca das iscas com o método de cerco. Em “a” ocorre o lançamento da rede e início do cerco, “b” apresenta o recolhimento da rede, em “c” os pangas aproximam-se do atueniro e em “d” é o momento imediatamente

anterior ao início do transbordo das iscas para os atuneiros. O processo é repetido quantas vezes forem necessárias para capturar a quantidade de isca ideal.

Figura 8 - Pesca da isca pelo método de cerco



Fonte: Occhialini(2013)

O estudo de Occhialini (2013) identificou ainda a influência de diversos fatores na mortalidade das iscas, desde a captura através do método do cerco, seu transbordo para os recipientes (tinhas) dos atuneiros, as condições de armazenagem e alimentação da isca até sua utilização nas pescarias.

O processo de transbordo é identificado por Occhialini (2013) como crítico para a mortalidade, pois as lesões devido ao atrito com os saricos (equipamento utilizado para retirar as iscas da água e colocá-las nas tinhas) são irreversíveis aos juvenis de sardinha e apesar de não levar à morte imediata em alguns casos, prejudicam de forma importante a conservação da vida dos indivíduos.

O tempo entre o cerco e a transferência até o atuneiro foi também identificado como fator importante para a mortalidade. As iscas ficam agitadas e gastam grande quantidade de energia ao serem cercadas, e se o processo for feito de forma muito rápida pode levar a exaustão e morte.

Após o cerco, as iscas são transportadas para as tinhas dispostas no interior dos atuneiros. A densidade média observada por Occhialini (2013) foi de 30,9 gramas de iscas por litro de água presente nas tinhas. Nestes recipientes elas devem ser conservadas e

mantidas vivas durante toda a viagem até o momento da pesca do atum. Portanto, deve-se prover meios e condições para a vida dos indivíduos, como circulação e oxigenação da água, alimentação e limpeza dos recipientes.

A realização de 17 embarques em 14 atuneiros da região possibilitou Occhialini (2013) quantificar e entender os fatores que levam à mortalidade das iscas. Os dados de mortalidade são alarmantes pois, segundo a autora, cerca de 50% de toda isca embarcada nos atuneiros é desperdiçada, já que morrem antes de serem lançadas para a captura do atum.

Os principais fatores que levam à mortalidade das iscas, concluídos com os estudos de Occhialini (2013) são:

- Manejo e transbordo das iscas do cerco para os atuneiros realizado de maneira inadequada;
- Densidade de estocagem nas tinas de armazenamento de iscas maior da considerada ideal;
- Reduzida concentração de oxigênio;
- Elevada amplitude de temperatura em curto espaço de tempo;
- Excessiva variação de pH da água das tinas.

Tais conclusões, agregadas a conceitos de projeto e engenharia naval, serão utilizados como base para a elaboração do presente trabalho.

2.4 CRIAÇÃO DE ISCAS EM CATIVEIRO

Uma possível solução para a redução do impacto ambiental causado pela retirada dos juvenis de sardinha utilizados como isca é o desenvolvimento de técnicas para seu cultivo em ambiente controlado.

A aquicultura, e em especial a piscicultura, é uma ciência que está em constante desenvolvimento no Brasil e já representa mais de 30% da produção total de pescado do país (ANUÁRIO BRASILEIRO DA PESCA E AQUICULTURA, 2014). No Sul do Brasil é onde esta produção é mais representativa. A região possui ainda profissionais e pesquisadores que estudam e desenvolvem técnicas para a melhoria da produtividade.

Entende-se, portanto, que a região encontra-se preparada para aumentar os volumes de produção de pescado em cativeiro, incluindo espécies utilizadas como isca nas pescarias.

O projeto LAPMAR, desenvolvido pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em parceria com o Instituto Chico Mendes de Conservação de Biodiversidade (ICMBio) e a Universidade do Vale do Itajaí (Univali), é uma iniciativa que visa contribuir para a gestão pesqueira, através de ações de monitoramento e desenvolvimento de métodos de produção e manejo da isca-viva. O objetivo é contribuir para o controle e sustentabilidade da espécie sardinha-verdadeira. O projeto estuda, dentre outras vertentes, metologias para maturação, desova e larvicultura da sardinha-verdadeira em ambiente controlado, ou seja, a criação de iscas em cativeiro.

Experimentos, como o de Dick et al (2008), estudaram o comportamento da sardinha-verdadeira e a efetividade do processo de cultivo em ambiente controlado. O experimento iniciou-se com a coleta de reprodutores em ambientes naturais através do método de cerco. Estes indivíduos foram então transferidos para recipientes de fibra especiais para o transporte, conhecidos como *transfish*. Tal transferência foi realizada com o uso de baldes para reduzir os ferimentos como os observados quando usa-se os saricos. Na sequência os peixes foram transportados para tanques-rede onde sua evolução foi controlada. Alguns indivíduos foram submetidos a tratamentos hormonais em tanques de cultivo para maturação induzida. Constatou-se, que utilizando tanques adequados, temperatura e qualidade da água monitorada e correta dieta alimentar, a criação de iscas em cativeiro é possível.

A continuidade de estudos como estes é de fundamental importância para que os métodos sejam aperfeiçoados e para que a produção em larga escala de isca-viva para as pescarias de atum seja uma realidade. A evolução desta cultura tem potencial ainda de gerar empregos e renda, além da diminuição do impacto causado pela captura dos juvenis de sardinha-verdadeira.

3 PROJETO DE EMBARCAÇÕES PESQUEIRAS

Segundo Lamb (2007) o processo de projeto de embarcações pesqueiras assemelha-se ao projeto dos diversos tipos de embarcação, com a adição de itens específicos que visam facilitar o processos de: busca de cardumes, pesca, armazenagem, processamento e transferência dos peixes após o fim da jornada.

Os barcos de pesca devem atender a alguns aspectos específicos para que o processo seja seguro e efetivo. São eles:

- Excelente comportamento no mar, para que a pesca seja possível ainda que em más condições climáticas;
- Reduzida vibração e ruído;
- Segurança da tripulação, da própria embarcação, da carga e do meio ambiente;
- Habilidade para encontrar, perseguir e capturar o pescado;
- Capacidade de trazer o pescado a bordo em boas condições;
- Habilidade para processar o pescado no interior da embarcação (em determinados casos);
- Capacidade de manter o pescado em boas condições até o desembarque;
- Meios para descarregar o pescado no porto ou transportá-lo para outra embarcação.

As etapas do projeto podem ser divididas, segundo Lamb (2007), em:

1. Especificações de projeto - correspondente à fase de projeto informacional proposta por Back et al (2008);
2. Projeto preliminar - ou projeto conceitual na metodologia de Back et al (2008);
3. Projeto contratual;
4. Projeto detalhado.

3.1 Especificações de Projeto

Esta etapa inicia-se com a coleta das informações que irão delimitar os principais atributos da embarcação. Normalmente a referência são as informações provenientes do

armador ou requisitante do projeto, além de regras, legislação e bases de dados de embarcações conhecidas. Deve-se conhecer, principalmente:

- A modalidade de pesca que irá ser desempenhada e espécies que serão pescadas;
- Capacidade de carga requerida;
- Raio de operação da embarcação;
- Velocidade de cruzeiro esperada;
- Regras e leis pertinentes na região de operação;
- Número de tripulantes;
- Restrições de projeto, como calado máximo e boca máxima.

Demais informações, como a necessidade de desenvolver algum sistema específico da embarcação a fim de atingir algum objetivo determinado, também fazem parte desta etapa. Ou seja, ela compõe o levantamento de todas as informações que possam de alguma forma interferir nas dimensões, sistemas instalados, características esperadas e capacidade da embarcação.

3.2 Projeto Preliminar

As informações levantadas na etapa de levantamento de especificações são o ponto de partida para o projeto dos atributos da embarcação. Os principais resultados desta etapa, em geral, são:

- Dimensões principais e formato do casco;
- Definição do arranjo geral da embarcação;
- Arranjo do convés (incluindo os principais equipamentos utilizados nas pescarias);
- Projeto da área de armazenagem (incluindo os equipamentos utilizados para manutenção do pescado);
- Projeto da área de processamento (caso aplicável);
- Projeto da praça de máquinas e propulsão;
- Projeto das acomodações e área comando de navegação;

- Pesos e centros de gravidade;
- Estabilidade;
- Projeto estrutural;
- Comportamento no mar.

Nas definições e decisões pertinentes a cada atributo são realizados cálculos e análises racionais de forma a adequá-los às restrições de projeto e de forma a tornar a embarcação segura e mais eficiente quanto possível. Normalmente leva-se em conta uma base de dados de embarcações já construídas ou testadas e que tem comportamento conhecido. Softwares de modelagem e simulação são também importantes ferramentas que dão agilidade e confiança na tomada de decisões.

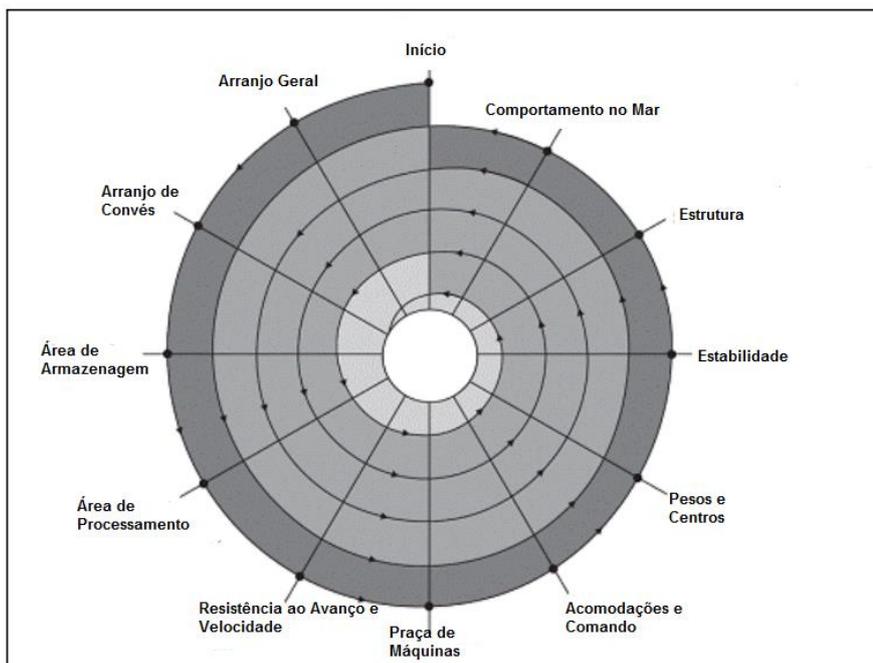
O projeto preliminar tende a ser um processo iterativo pois as decisões de um atributo afetam nas decisões de outros atributos. Por isso o processo deve ser cíclico e cada atributo deve ser revisitado mais de uma vez ao longo do projeto.

Uma forma de representar o processo de projeto é a espiral de Evans, conforme apresentado na Figura 9. Iniciando-se pela linha central e percorrendo a espiral em sentido anti-horário tem-se os diversos atributos a serem projetados. No exemplo da Figura 9, o primeiro atributo que deve ser projetado é o arranjo geral, pois neste caso entende-se que este tem maior interferência nos outros. Após as decisões referentes ao arranjo geral o próximo atributo a ser projetado é o arranjo do convés, e assim sucessivamente.

Cada volta na espiral indica que o atributo é revisado após as definições de outros atributos, ou seja, quando a espiral passar novamente pelo arranjo geral, as decisões são revisadas tendo em vista o que foi decidido nos demais atributos.

No caso em que se deseja projetar sistemas específicos para atingir um objetivo determinado, como no caso de adaptações em embarcações, o projeto preliminar pode iniciar com o projeto destes sistemas específicos. Após estas definições podem-se projetar os demais atributos da embarcação.

Figura 9 - Modelo de Espiral de Projeto de Evans



Fonte: Adaptado de Evans (1959)

3.3 Projeto Contratual

Nesta etapa o armador e o estaleiro que irá construir a embarcação entram em acordo com relação aos processos produtivos utilizados na construção, os preços e os prazos de entrega.

O contrato entre o armador e o estaleiro só é celebrado após a definição, e aprovação pelas partes, dos atributos listados no projeto preliminar. São definidas as regras e penalizações em caso de seu descumprimento. Define-se também qual sociedade classificadora irá certificar a construção.

As regras das sociedades classificadoras e demais autoridades, além da necessidade do armador e capacidade produtiva do estaleiro, são levadas em conta para as definições desta etapa.

3.4 Projeto Detalhado

Após a concretização do contrato, cada atributo definido no projeto preliminar é aprofundado com o objetivo efetivo da construção. Esta etapa é também chamada de projeto de engenharia.

Para a construção da estrutura e casco da embarcação são necessários planos de expansão de chapeamento, planos estruturais detalhados de cada seção da embarcação, diagrama e arranjo de tubulações e redes, planos detalhados de acessórios do casco (como quilhas, bases de equipamentos, escadas, portas de visita, etc), arranjo dos equipamentos e motores na praça de máquinas, dentre outros.

Os planos construtivos devem ser submetidos à aprovação da sociedade classificadora, que deve certificar que a embarcação construída com tal arranjo estrutural e principais sistemas será segura. Normalmente o armador também avalia o projeto detalhado para definir se os arranjos e instalações são adequadas para uma operação eficiente da embarcação.

4 ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO E PROJETO PRELIMINAR DE EMBARCAÇÃO DE PESCA DA MODALIDADE VARA E ISCA-VIVA

O presente trabalho foca nas etapas de especificações de projeto e no projeto preliminar dos atributos considerados mais importantes para a melhoria das operações de pesca. São definidas as principais informações referentes à operação e o foco é dado aos atributos que tem influência sobre a sobrevivência das iscas e nos que são afetados pela mudança das características da obtenção das iscas na pesca do atum através da modalidade vara e isca-viva

4.1 ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO

De acordo com o exposto no capítulo 3, o processo de projeto de uma embarcação de pesca inicia-se com a definição das principais informações que interferem na operação. A modalidade de pesca a qual a embarcação irá desempenhar e a espécie a ser pescada são as primeiras definições que devem ser realizadas. Como o projeto não foi requisitado por nenhum armador de pesca, as definições são baseadas nas tendências observadas no mercado e na sustentabilidade das espécies disponíveis.

Conforme destacado no referencial teórico, o atum bonito-listrado tem grande importância na cadeia de produção e consumo de pescado no Brasil e em especial no Estado de Santa Catarina, e a espécie não está ameaçada de extinção. A modalidade mais desempenhada no país para a pesca desta espécie é através da vara e isca-viva. Entende-se que estudos e melhorias em embarcações desta modalidade tem potencial de beneficiar toda a cadeia de produção, beneficiamento, distribuição e consumo. Portanto, a embarcação a ser projetada é dedicada à pesca industrial de atum através da modalidade de vara e isca-viva.

Como a região de operação da embarcação é determinada pela região de ocorrência da espécie alvo, a embarcação deverá operar nas regiões destacadas na Figura 2, ou seja, entre os estados do Sudeste e Sul do Brasil. O porto de saída e desembarque da embarcação é escolhido como sendo em Itajaí, cidade que já dispõe de infraestrutura para atender à operação.

De acordo com o que foi destacado no referencial teórico, o que limita a pesca do atum através desta modalidade não é a disponibilidade das espécies de atum, mas o que impede que o potencial da espécie seja melhor explorado é a abundância das iscas.

Portanto, entende-se que o projeto da embarcação deve focar em fatores que proporcionem melhor aproveitamento das iscas, além de reduzir o impacto ambiental da sua retirada de ambientes naturais.

A produção de isca em cativeiro é possível, conforme verificado na literatura (Dick et al, 2008) e pode ser uma alternativa para a redução do impacto da pesca da isca, em especial da sardinha-verdadeira.

Conforme as análises de Occhialini (2013), que estudou embarques realizados a bordo de embarcações que desempenham a modalidade na região Sul e Sudeste, é possível conhecer os principais fatores de mortalidade das iscas durante o processo de busca e pesca de atum. Portanto é possível desenvolver soluções específicas, relativas à operação de iscagem e nos sistemas da embarcação, de forma a atenuar os fatores que levam à alta taxa de mortalidade e desperdício de iscas.

Para definir as demais informações relevantes para o projeto, como capacidade de carga, velocidade de operação e número de tripulantes, tomou-se a decisão de utilizar uma embarcação base, que já opera na região determinada. As informações da embarcação escolhida como base são apresentadas na seção 4.2, no início do desenvolvimento do projeto preliminar.

Os principais requisitos da embarcação projetada, que irão diferenciá-la das que estão em operação atualmente são, portanto:

- A embarcação irá realizar a iscagem em cativeiro;
- Deverá haver redução da mortalidade indesejada das iscas ao longo do processo de pesca.

Cada um destes requisitos interfere em aspectos específicos da embarcação. As seções 4.1.1 e 4.1.2 detalham as informações mais importantes referentes a tais requisitos. Estas informações são a base para a tomada das decisões de projeto apresentadas na seção 4.2.

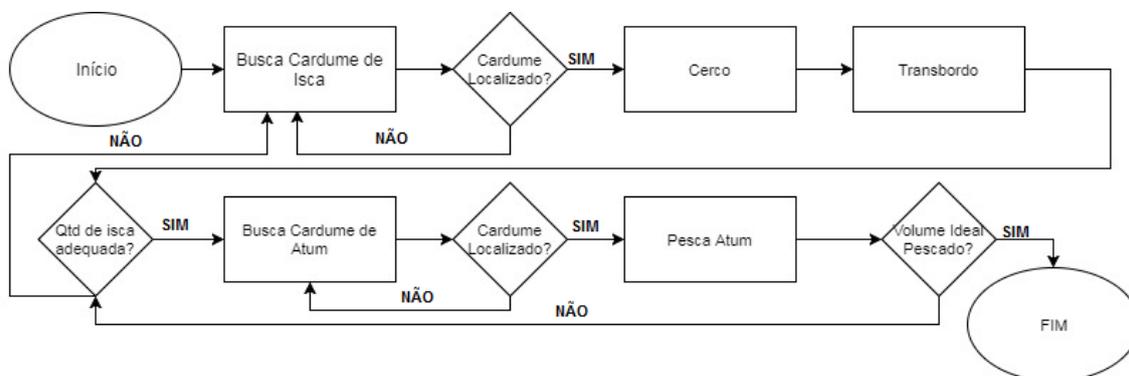
4.1.1 Impactos na embarcação decorrentes da alteração do processo de iscagem

Para evidenciar as adaptações necessárias decorrentes da mudança na operação de iscagem, deve-se inicialmente detalhar como se dará a operação hipotética, onde o atuneiro não necessitará viajar e realizar o cerco para obter a isca utilizada na pesca, mas será carregado de iscas criadas em cativeiro. O presente projeto não foca no estudo da

viabilidade de implantação da criação de isca em cativeiro. Parte-se do pressuposto, conforme verificado na literatura (Dick et al, 2008), de que a obtenção de iscas em cativeiro é uma alternativa para a diminuição do impacto causado pela pesca da isca (principalmente da espécie sardinha-verdadeira), além de ser alternativa para o aumento da produção do atum bonito-listrado.

A Figura 10 apresenta o fluxograma dos processos que são realizados para a obtenção da isca, no contexto das operações atuais. Ocorre conforme explicado na seção 2.2: a primeira etapa é a busca do cardume de isca. Após sua localização é realizado o cerco e as iscas são então transportadas para o interior dos atuneiros utilizando, na maioria dos casos, o sarico. Caso a quantidade de isca obtida no cerco não for suficiente, o processo deve iniciar-se do princípio, com a busca das iscas, acarretando muitas vezes em longas viagens para localização de cardumes. Este processo se repete até que o atuneiro tenha isca suficiente para a partida em busca dos cardumes do atum. Caso a isca acabe antes de o atuneiro ser preenchido com a quantidade ideal de atum, o processo deverá começar do início novamente.

Figura 10 - Fluxograma da Iscagem através do cerco



Fonte: Autor

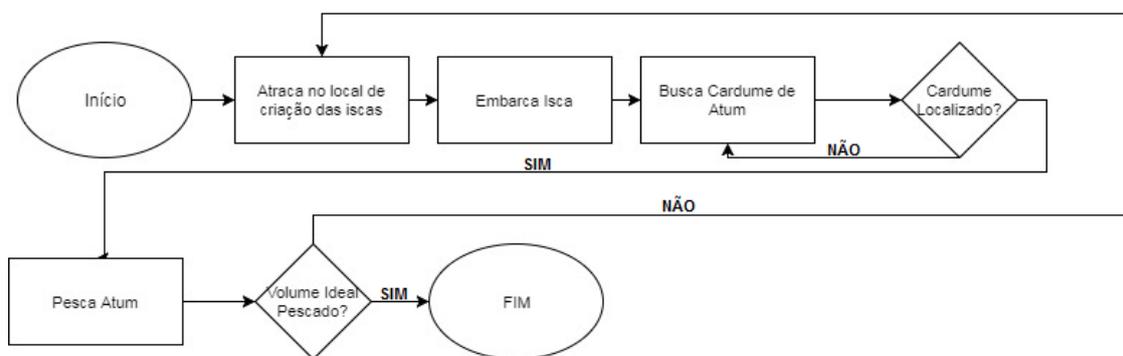
Já a operação de pesca considerando a obtenção da isca em cativeiro se daria, resumidamente, da seguinte forma: inicialmente o atuneiro atracaria próximo ao local de criação das iscas para ser carregado. A localização do ponto de coleta, que deve ser tal que proporcione que mais de um armador de pesca possa embarcar as iscas sem grandes deslocamentos, também não será objeto de estudo do presente projeto. Leva-se em conta que a localização deve ser próxima à costa e próximo aos locais de maior ocorrência do

atum e dos armadores de pesca de forma a facilitar o processo de iscagem e aumentar a eficiência.

Após a atracação do atuneiro próximo ao criadouro, inicia-se o processo de transbordo das iscas para as tinas localizadas no interior da embarcação. Sugere-se, ainda, que a quantidade necessária de isca seja determinada por meio de modelagem estatística (baseada em históricos de rendimento das pescarias) para que seja possível pescar a quantidade de atum desejada. Tal modelagem será apresentada nas seções seguintes. O processo de embarque das iscas no atuneiro é crítico para a mortalidade das mesmas, conforme evidenciado no referencial teórico (OCCHIALINI, 2013). Portanto, deve-se selecionar equipamentos que proporcionem menor riscos de mortalidade, assim como treinar os operadores que realizam este processo.

Após o embarque da isca, o atuneiro está livre para deslocar-se até os “manchões” – ou cardumes – para a efetiva pesca do atum, sem mudanças com relação à operação atual. O fluxograma da Figura 11 resume os processos envolvidos na obtenção da isca em cativoiro.

Figura 11 - Fluxograma da iscagem em cativoiro



Fonte: Autor

Outra mudança decorrente da alteração do processo de iscagem é com relação ao arranjo e os pesos embarcados. Os pangas e caícos deixariam de ser necessários, reduzindo o peso e possibilitando melhor aproveitamento dos espaços do convés, possibilitando a mudança na localização das tinas e porões de armazenamento, caso identifique-se que é vantajoso posicionar as tinas em outro local.

Portanto, resumidamente, a embarcação é impactada nos seguintes pontos em decorrência da mudança do processo de iscagem:

- Autonomia da embarcação pode ser mais bem aproveitada para a pesca da espécie alvo, dado que o processo de iscagem tem o tempo reduzido;
- Pangas e caícos passam a ser desnecessários;
- O processo de transbordo para o interior dos atuneiros pode ser bem controlado a fim de reduzir o desgaste das iscas;
- Embarca-se a isca em quantidade previamente determinada, de forma a atender à necessidade de toda a pescaria.

Estas informações são utilizadas como base para o projeto de atributos específicos da embarcação, os quais são apresentados na seção 4.2.

4.1.2 Impactos na embarcação decorrentes da necessidade de redução da mortalidade das iscas

Conforme apresentado na seção 2.2, os principais fatores que levam à mortalidade das iscas, concluídos com os estudos de Occhialini (2013) são:

- Manejo e transbordo das iscas do cerco para os atuneiros realizado de maneira inadequada;
- Alta densidade de estocagem nas tinas de armazenamento de iscas;
- Reduzida concentração de oxigênio;
- Elevada amplitude de temperatura em curto espaço de tempo;
- Excessiva variação de pH da água das tinas.

Como já exposto na seção 4.1.1, o processo de transbordo é alterado quando o fornecimento de iscas é proveniente da criação em cativeiro. Não ocorre o cerco, mas simplesmente as iscas são embarcadas no atuneiro. Portanto o desgaste que as iscas sofrem no processo de iscagem e transbordo seria reduzido com a mudança na operação de iscagem, e entende-se que a mortalidade decorrente das colisões das iscas com o sarico seria reduzida.

Como a quantidade de isca a ser embarcada é definida previamente, a densidade de armazenagem também pode ser controlada, reduzindo a mortalidade devido à alta densidade de estocagem.

Já para atenuar as demais causas de mortalidade, deve-se projetar sistemas específicos. A reduzida concentração de oxigênio, a elevada amplitude de temperatura e a excessiva variação de pH da água das tinas são causas que estão intimamente ligadas ao sistema de circulação de água nas tinas. Portanto deve-se projetar um sistema de circulação que proporcione a redução da mortalidade decorrente destas três causas.

4.2 PROJETO PRELIMINAR DOS PRINCIPAIS ATRIBUTOS DE EMBARCAÇÃO DE PESCA DE VARA E ISCA-VIVA

Nesta etapa devem ser desenvolvidas soluções para os requisitos definidos na etapa de especificações de projeto. Como o objetivo do presente trabalho é o projeto de embarcação de pesca visando à mudança no processo de iscagem e a redução de mortalidade da isca decidiu-se que o mais adequado seria selecionar uma embarcação base com características conhecidas. Os resultados das etapas do projeto seriam, portanto, sugestões de adaptação nesta embarcação. Desta forma os esforços do projeto são dedicados às melhorias que a embarcação necessita para ter uma operação mais eficiente.

A seleção da embarcação base se deu através da análise da idade média da frota que desempenha a pesca no sul e sudeste. Selecionou-se uma entre as embarcações mais recentes, visto que a idade média das embarcações desta modalidade é de 27 anos (OCHIALLINI, 213). Muitas destas embarcações foram adaptadas de outras modalidades, portanto não teve seus sistemas projetados originalmente para a pesca com vara e isca-viva. Selecionou-se uma embarcação construída em 2007 exclusivamente para a pesca do atum com vara e isca-viva.

A Tabela 6 apresenta as principais informações da embarcação selecionada como base. A Figura 12 apresenta a modelagem do casco desta embarcação no *software* Rhinoceros 5.0.

O casco foi modelado de maneira simplificada, através da ferramenta de geração automática do Rhinoceros 5.0, imputando os dados de comprimento total, boca moldada, calado moldado e pontal moldado. O *software* gera o casco através do método de séries sistemáticas, baseado nas informações das dimensões principais da embarcação. Os pontos de controle da modelagem foram movidos para que o modelo tivesse formato mais

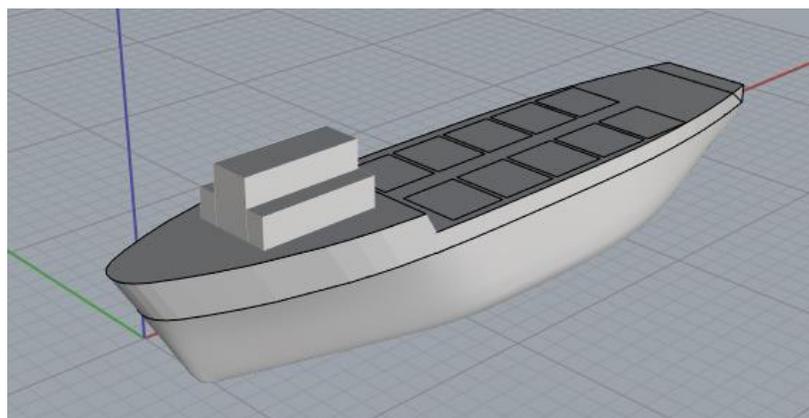
aproximado quanto possível do formato da embarcação base. A modelagem pode ser aprimorada em etapas futuras do desenvolvimento do projeto.

Tabela 6 - Especificação da Embarcação Base

Comprimento Total (LOA)	35,5 m
Boca	8,0 m
Velocidade	12,5 nós
LPP	28,4 m
Pontal	4,4 m
Calado	3,4 m
Número de Tinas	12
Volume das Tinas	270,5 m ³
Potência Geradores	2x231 kVA
Potência Motor principal	640 hp
Material do casco	Aço
Tripulação	25 pessoas
Sistema de Manutenção de Pescado	Salmoura

Fonte: Campos (2017)

Figura 12 - Modelagem do Casco da Embarcação Projetada



Fonte: Autor

As etapas de projeto desenvolvidas tem foco na definição do método para transbordo entre os tanques de criação e a embarcação atuneira, o cálculo da probabilidade de sucesso da pescaria dada uma quantidade de isca embarcada, a localização ideal das tinas a bordo da embarcação e o projeto de sistema adequado para monitoramento da qualidade da água e circulação de água nas tinas visando a oxigenação, limpeza e manutenção de temperatura.

4.2.1 Definição do método adequado para transbordo

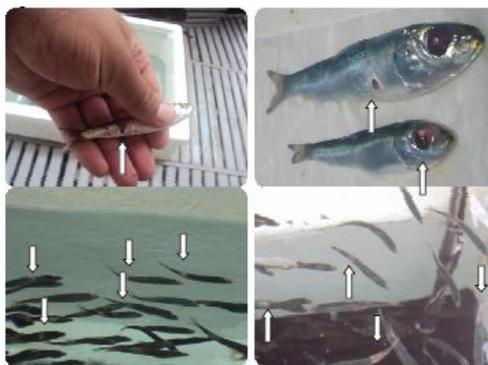
Conforme os estudos do Laboratório de Psicultura da UFSC e em especial os embarques e monitoramentos analisados por Occhialini (2013), um dos principais fatores que promovem o desgaste dos juvenis de sardinha é o impacto que ocorre durante o transbordo dos peixes das redes de cerco para as tinas a bordo dos atuneiros.

Na grande maioria das operações, após o cerco o transbordo é realizado com o uso de saricos, que são espécies de rede circular de fibra sintética. O atrito dos peixes nas redes do sarico promovem descamação e lesões irreversíveis.

Como o presente trabalho avalia as adaptações necessárias às embarcações considerando a obtenção de iscas em cativeiro, o processo de transbordo para as tinas neste caso é bastante diferente do que ocorre nas operações atuais.

Em geral o observado atualmente é traumático e nocivo para as iscas desde o cerco até o acondicionamento nas tinas. O cerco faz com que as iscas se agitem, colidam com as redes, sofram escoreações e gastem energia excessiva. A Figura 13 apresenta imagens da isca após o processo cerco, evidenciando as lesões decorrentes do processo. Estas imagens foram feitas nos embarques monitorados por Occhialini (2013).

O método de transbordo ideal deve reduzir este desgaste das iscas. Por outro lado o tempo de transbordo é também importante do ponto de vista da eficiência da operação. Portanto devem ser estudadas diferentes alternativas que reduzam as lesões, contribuam para a redução da mortalidade e ainda permitam uma operação ágil, levando-se em conta que o estresse induzido às iscas pelo processo de cerco é reduzido no caso de obtenção em cativeiro.



Fonte: Occhialini (2013)

Uma opção de transbordo, que já é utilizada em pescarias de cerco, é o uso de bombas de sucção semelhantes àquela apresentada na Figura 14. O princípio de funcionamento de tais bombas se dá através do aumento da energia cinética da água através do uso de motor elétrico e de rotores.

A água é succionada fazendo com que os peixes fluam por mangueiras entre a rede de cerco e os porões de armazenamento. O uso de bombas de sucção poderia ser ainda vantajoso pois possibilitam uma operação de transbordo ágil. Atualmente são utilizadas, em sua maior parte, em operações em que manter os indivíduos vivos após o transbordo não é uma necessidade, como no caso da pesca de cerco da sardinha, onde as bombas podem ser utilizadas para sugar os pescados das redes de cerco e enviá-las para os porões de armazenamento

Figura 14 - Modelo de bomba para sucção de pescado



Fonte: Lamb (2007)

Porém, Occhialini (2013) atesta também em sua tese que a agitação dos peixes é outro fator prejudicial para a conservação da vida das iscas. Quando agitados os peixes gastam energia, aumentam o consumo e conseqüentemente baixam os níveis de oxigênio dissolvido na água - o qual deve ter uma concentração mínima de 2 mg/L para ser considerado saudável (MARTINS, CATROXO, HIPÓLITO, 2015). Entende-se que o uso das bombas de sucção pode criar uma corrente de água de alta velocidade e um ambiente muito diferente do qual as iscas estariam nos tanques de criação em cativeiro, gerando estresse e agitação prejudicial para as iscas. Portanto, ao se projetar um sistema de transbordo utilizando bombas deve-se atentar à vazão e à velocidade da corrente de água no transporte e ao diâmetro e material da tubulação que conduz os peixes.

De acordo com Kubitzka (1997), o transporte eficiente de animais provenientes da piscicultura pode ser feito em recipientes de variadas dimensões e materiais. Pensando em reduzir o impacto e a agitação dos peixes, Kubitzka (1997) sugere o uso de recipientes de materiais leves e resistentes à corrosão - como a fibra de vidro, PVC ou alumínio - e de formato circular - que tendem a reduzir o impacto dos animais com as paredes. Tal formato tende ainda a facilitar a circulação do oxigênio e reduzir o tempo de descarregamento. Portanto utilizar tubos de PVC de grande diâmetro é uma alternativa que é vantajosa do ponto de vista da conservação da vida das iscas.

Tendo em vista o requisito de baixa vazão é possível selecionar equipamentos já comercializados que possibilitem uma operação de transbordo eficiente e segura para as iscas. Dentre os possíveis fornecedores, o fabricante *Pentair* fornece bombas utilizadas em operações de aquicultura ao redor do mundo. Segundo as informações que constam no catálogo, é possível controlar de maneira acurada a velocidade e a vazão das bombas. A bomba *Pentair Vaki Fish Pump 8"* possibilita a utilização de tubos de até 254mm no recalque. É adequada para o transporte de peixes com no mínimo 0,05g. Segundo Occhialini (2013), o peso médio das iscas nos embarques monitorados foi de 2,62 g, portanto tal bomba é adequada para o tamanho dos peixes transportados.

A altura de carga máxima da bomba é de 9m. Para o caso da embarcação projetada esta altura de carga é suficiente, dado que a borda falsa da embarcação não ultrapassa 1 metro e espera-se que a profundidade dos tanques não seja muito superior a 3 metros.

A vazão da bomba pode chegar até 7500 litros por minuto. A velocidade do rotor da bomba pode ser selecionada entre 200 e 500 rpm. Portanto, para ter vazão menor e

consequentemente reduzir a agitação das iscas, deve-se trabalhar com a velocidade do rotor próxima da mínima.

Entende-se, portanto, que a seleção da bomba *Pentair Vaki Fish Pump 8"* – apresentada na Figura 15 - é uma decisão de projeto que atende aos requisitos e possibilita uma operação ágil e que, selecionando-se baixa velocidade e baixa vazão além da utilização de tubulação de PVC de baixo diâmetro, tem potencial de reduzir os danos causados às iscas, se comparado como o processo de cerco e transbordo com uso de sarico.

Figura 15 - Bomba de Sucção Seleccionada



Fonte: Pentair (2017)

Entende-se que o conjunto bomba e tubulação, assim como todo o processo de transbordo das iscas dos tanques para o interior do atuneiro, é de responsabilidade dos criadouros e não da tripulação da embarcação. Portanto, um dos esforços primordiais é estabelecer um procedimento de transbordo, com uma sequência de etapas para que o processo seja menos impactante quanto possível para as iscas. Os trabalhadores dos criadouros devem ser treinados e entender como o processo bem controlado impacta na manutenção da vida das iscas.

Sugere-se, portanto, que as seguintes etapas sejam cumpridas entre a atracação do atuneiro no local e sua partida para a busca de atum:

1. Verificar o volume de iscas que será embarcado (definido na seção 4.2.2);
2. Limpeza do conjunto bomba e tubulação;

3. Adicionar água limpa às tinas antes do embarque das iscas: importante que as tinas já possuam água quando as iscas forem embarcadas, para reduzir a colisão das iscas com as paredes;
4. Ajustar a velocidade de rotação da bomba para garantir que o processo seja feito com baixa vazão e com reduzida agitação da água;
5. Transbordo do volume de iscas para o interior do atuneiro.

4.2.2 Estimativa da probabilidade de sucesso da pescaria em função do volume de isca embarcado

Com a proposta de mudança de operação de iscagem, se faz necessário conhecer o volume de isca a ser embarcada no atuneiro quando este atraca nos criadouros. Este volume deve ser tal que permita a pesca da capacidade de carga da embarcação e ainda não deveria exceder à densidade máxima considerada saudável para a manutenção da vida das iscas nas tinas durante o processo de busca dos cardumes de atum. Ochiellini (2013) define que a alta densidade de estocagem de iscas é um dos principais fatores que levam à mortalidade das mesmas. A autora sugere que a densidade máxima de estocagem não deve passar de 20 gramas de isca por litro de água nas tinas.

O volume total de armazenamento que a embarcação projetada dispõe é de 270,5 m³, conforme Tabela 7. Considerando que a embarcação irá levar a bordo a quantidade de isca suficiente para atingir a densidade máxima proposta por Ochiellini (2013), deverá, portanto, embarcar 5,41 toneladas de iscas, conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Isca Embarcada

Volume das Tinas [m ³]	270,5
Volume das Tinas [L]	270.500
Densidade Máxima [g/L]	20,00
Isca embarcada [g]	5.410.000
Isca embarcada [ton]	5,41

Fonte: Autor

É possível estimar o rendimento esperado das operações de pesca, ou seja, estimar qual a chance de sucesso da pescaria dada uma quantidade de isca embarcada, associada a uma capacidade de carga de atum que espera-se pescar. Esta estimativa é feita com base em estatísticas de históricos de pescarias. É possível, portanto, estimar a chance de a embarcação projetada retornar com os porões cheios sendo que partiu do criadouro

com 5,41 toneladas de iscas, baseado no histórico de rendimento das embarcações que pescaram na mesma região.

Os dados que possibilitaram o desenvolvimento desta etapa foram extraídos de duas bases distintas. Uma delas foi proveniente dos estudos de Ochiellini (2013), que analisou dados coletados por técnicos treinados para monitorar 17 embarcações atuneiras, em 22 embarques e 272 lances de pesca (cercos) para a captura de isca-viva no sudeste e sul do Brasil. Esta coleta de dados foi realizada em dois períodos distintos, de outubro de 2010 a abril de 2011, e de novembro de 2011 a julho de 2012. Este monitoramento foi possível devido à parceria entre o Centro de Pesquisa e Gestão dos Recursos Pesqueiros do Litoral Sudeste e Sul – CEPSUL/IBAMA, Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI, e Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro – FIPERJ.

A segunda fonte de dados utilizada foi Rodrigues-Ribeiro (2000), o qual analisou embarques em 7 diferentes embarcações atuneiras sediadas em Itajaí – Santa Catarina, entre os anos de 1998 e 1999.

Ambos os autores tinham como objetivo analisar as regiões de ocorrência da isca, a característica das regiões (temperatura da água, profundidade de ocorrência da isca, espécies capturadas), esforço de pesca empregado para a isca, o volume de isca pescado e por fim o volume de atum pescado pelas embarcações.

Os dados provenientes de Ochiellini (2013) e Rodrigues-Ribeiro (2000) são sumarizados nas Tabelas 8 e 9, respectivamente, que apresentam também o indicador de kg de atum pescado por kg de isca embarcada.

Tabela 8 - Monitoramentos Ochiellini (2013)

EMBARCAÇÃO	TOTAL DE ISCAS (kg)	TOTAL DE ATUM (kg)	kg atum/kg isca
Adolpho José	5300	70000	13,21
Alalunga IV	2500	44000	17,60
Alalunga V	4250	125000	29,41
Angelines	1500	18000	12,00
Braza (1)	1500	45000	30,00
Braza (2)	2600	5000	1,92
Ferreira XXI	8500	7000	0,82
Ferreira XXV (1)	5000	30000	6,00
Ferreira XXV (2)	5700	9000	1,58
Ferreira XXVIII	2600	75000	28,85
Gavião Pescador I (1)	3500	170000	48,57
Passarinho	4800	55000	11,46

Paulo Cantídio (1)	1500	170000	113,33
Paulo Cantídio (2)	3000	150000	50,00
Porto Muniz	1100	10000	9,09
Santa Madalena	2700	79000	29,26
Sinal da Cruz	1400	60000	42,86
Starfish I	2350	40000	17,02
Viviane F (2)	2500	55000	22,00

Fonte: Ochiellini (2013)

Na base apresentada na Tabela 8, quando o nome da embarcação é acompanhado de um número entre parênteses, como no caso de Braza, Ferreira XXV, dentre outros, significa que foram analisados mais de um embarque na mesma embarcação em períodos diferentes.

Tabela 9 - Monitoramentos Rodrigues-Ribeiro (2000)

EMBARCAÇÃO	TOTAL DE ISCAS (kg)	TOTAL DE ATUM (kg)	kg atum/kg isca
Embarcação 1	2500	45000	18,00
Embarcação 2	3500	120000	34,29
Embarcação 3	2600	100000	38,46
Embarcação 4	5000	200000	40,00
Embarcação 5	3750	200000	53,33
Embarcação 6	1000	270000	270,00
Embarcação 7	500	150000	300,00

Fonte: Rodrigues-Ribeiro (2000)

Como os objetivos e a região analisada foram os mesmos para as duas bases, diferindo apenas no período em que foram realizadas, as duas bases foram mescladas. Foram desconsiderados os dados de três embarques que resultaram em volume zero de atum pescado, pois se considerou que a ausência de pescado é devido a outros fatores, tais como a localização dos cardumes – e, por conseguinte, independente da isca embarcada.

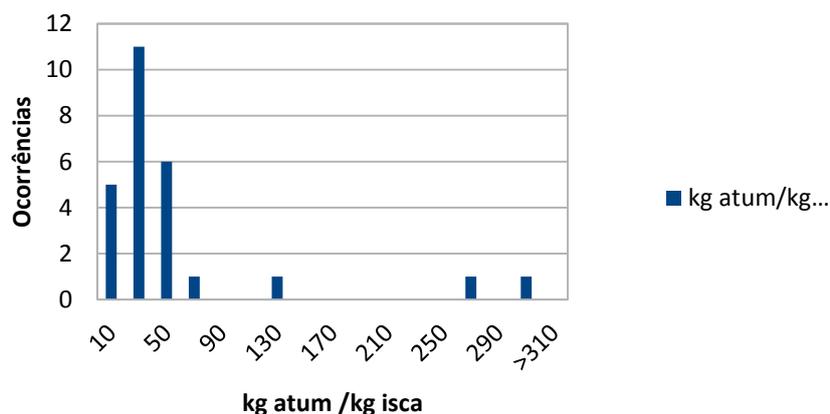
Desta forma restam 26 observações de volume de isca necessário para pescar um determinado volume de atum. A Figura 16 apresenta o histograma baseado nestas análises.

Entende-se que o indicador de kg de atum por kg de isca é uma variável aleatória. Para que seja possível estimar a probabilidade de sucesso de uma pescaria, dada uma

determinada relação de volume de atum por volume de iscas, é preciso ajustar os dados observados a uma função densidade de probabilidade conhecida.

Diferentes funções densidade de probabilidade podem ser utilizadas para conhecer a probabilidade de fenômenos. Segundo Felde (2010) a distribuição de Weibull é adequada para casos em que o número de observações não é grande, como ocorre com os dados analisados nesta seção.

Figura 16 - Histograma kg atum/kg isca



Fonte: Autor

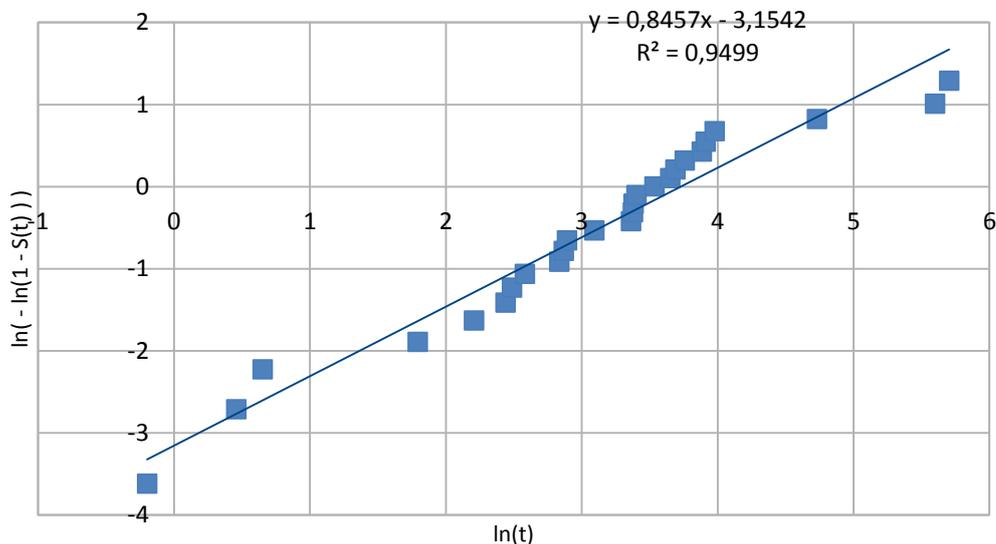
Fazendo uma regressão dos dados, para checar a aderência dos mesmos à função densidade de probabilidade Weibull e garantir que seu uso faça sentido, tem-se o apresentado na Figura 17. Os valores de “j” são os números de ordem dos dados de kg de atum por kg de isca – isto é, j é igual a um para o menor dado de kg de atum por kg de isca, e assim por diante. Os valores do eixo y são calculados com base na Equação 1, onde “n” é o número de dados da amostra (20 neste caso).

$$S(t) = \frac{j-0,3}{n+0,4} \quad (1)$$

O valor de R^2 , ou coeficiente de determinação, exprime o grau de aderência dos dados a uma determinada função. Quanto mais próximo o R^2 é de 1, mais fiel a função é do conjunto de dados. Para este caso, chegou-se aos seguintes valores para os parâmetros da Weibull: “a” igual a 0,85 e “b” igual a 42; resultando em um R^2 igual a 0,9499.

Portanto, entende-se que aproximar a distribuição dos dados a uma distribuição de Weibull é bastante confiável.

Figura 17 - Regressão da distribuição para Weibull



Fonte: Autor

A função densidade de probabilidade Weibull é dada pela Equação 2, onde “ a ” é o parâmetro de escala, “ b ” é o parâmetro de forma, e “ x ” é a variável aleatória de interesse, neste caso a razão de kg de atum por kg de isca.

$$f(x) = \frac{b}{a} \left(\frac{x}{a}\right)^{b-1} \exp\left[-\left(\frac{x}{a}\right)^b\right] \quad (2)$$

A integração da função densidade de probabilidade, de menos infinito até x , é a probabilidade de um valor ser menor ou igual a x . A solução da integral, que é a distribuição acumulada de probabilidade, obedece à Equação 3.

$$F(x) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{a}\right)^b\right] \quad (3)$$

Os resultados dos cálculos são apresentados na Tabela 10, onde k é a relação de toneladas de atum por isca embarcada. Podem ser interpretados da seguinte forma: existe uma probabilidade de 5% de que a embarcação pesque o volume que desejava de atum, sendo que saiu do local de criação de iscas com uma relação de kg de atum (que esperava pescar) por kg de isca embarcada de 1,28 ou inferior, isto é $P(X < 1,28) = 5\%$. E assim por diante para as demais relações de kg de atum por kg de isca.

Tabela 10 - Resultados Weibull

P($X < x$)	x [ton atum / ton isca]
5,00%	1,28
10,00%	2,97
20,00%	7,19
30,00%	12,49
40,00%	19,06
50,00%	27,29
60,00%	37,90
70,00%	52,25
80,00%	73,52
90,00%	112,04
95,00%	152,70

Fonte: Autor

Tais valores da Tabela 10 podem ser ajustados para a embarcação projetada, para estimar a chance de sucesso da pescaria dado o volume de isca embarcado (5,41 toneladas conforme Tabela 7). A Tabela 11 apresenta os resultados, onde a coluna “ton Atum” é calculada multiplicando os valores da Tabela 10 por 5,41 toneladas de isca. Assim, os valores na Tabela 11 representam o volume de atum pescado com a quantidade de isca embarcada.

Tabela 11 - Chance de Sucesso da Pescaria

P($K < k$)	k [ton Atum]
5,00%	6,90
10,00%	16,09
20,00%	38,91
30,00%	67,56
40,00%	103,10
50,00%	120,00
60,00%	120,00
70,00%	120,00
80,00%	120,00
90,00%	120,00
95,00%	120,00

Fonte: Autor

A coluna “k ton Atum” da Tabela 11 é limitada em 120 toneladas, que é a capacidade de carga da embarcação projetada. Portanto entende-se que para voltar com

os porões cheios (120 toneladas), dado que embarcou 5,41 toneladas de isca, tem-se uma chance de 50% de sucesso. Também se constata que existe uma chance de 70% de retornar com mais de 67,56 toneladas de pescado com este embarque de isca.

Vale enfatizar que a estatística desenvolvida nesta seção se baseou em uma base de dados heterogênea proveniente de dois autores e estudos distintos. A predição de uma quantidade mais realista de isca necessária para pescar uma quantidade de atum depende de uma série de fatores como: as características da embarcação, a qualificação da equipe de pescadores e dos procedimentos operacionais adotados.

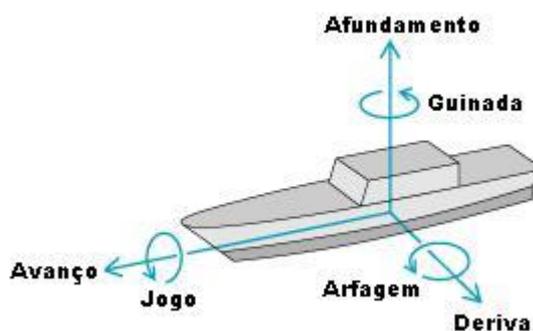
Para que os resultados sejam refinados, o ideal é utilizar uma base de dados proveniente do monitoramento de uma única embarcação. Sugere-se portanto que, antes da alteração do processo para obtenção de isca em cativeiro, sejam realizados estudos específicos em cada embarcação para a determinação da quantidade ideal de isca.

Por outro lado, com a aplicação das alterações sugeridas pelas etapas seguintes deste trabalho e a provável redução da mortalidade, o rendimento pode ser amplificado. Portanto, idealmente o processo de determinação do volume ideal de iscas embarcadas deve ser realizado após a melhoria nos processos.

4.2.3 Posicionamento adequado das tinas baseado no comportamento da embarcação no mar

Quando desloca-se para o mar aberto em busca dos cardumes de atum a embarcação fica sujeita às condições de mar da região onde está navegando. As ondulações do mar impõem movimentos e acelerações a todos os sistemas a bordo. A embarcação responde às ondulações movimentando-se em seis diferentes graus de liberdade, conforme apresentado na Figura 18.

Figura 18 - Graus de Liberdade de Movimento da Embarcação



Fonte: Farias e Legg (2009)

Conforme destacado nas seções anteriores, o excesso de movimentação é prejudicial para a manutenção da vida das iscas nas tinas. Leva à agitação dos peixes, fazendo com que gastem mais energia, consumam mais alimento e oxigênio, reduzindo a qualidade da água; e ainda, os movimentos da embarcação fazem com que as iscas colidam com as anteparas das tinas, podendo causar escoriações e levá-las à morte prematura.

Portanto deve-se estudar o arranjo e disposição das tinas a bordo da embarcação de modo que sejam reduzidos os efeitos dos movimentos impostos pela ondulação do mar.

Por meio de uma modelagem computacional é possível estimar o comportamento da embarcação quando está navegando. Diversos *softwares* foram desenvolvidos ao longo do tempo para auxiliar na tomada de decisões de projeto e, para garantir sua eficácia, modelos foram testados em tanques de prova comprovando que os *softwares* são confiáveis para prever comportamentos. Os *softwares* utilizados nesta seção foram o Rhinoceros 5.0 e o *MaxSurf*.

Inicialmente modelou-se o casco da embarcação no software Rhinoceros devido à facilidade de adequação da geometria do casco, realizando o processo explicado no início desta seção. Em seguida o modelo foi importado no *MaxSurf Modeler* que calcula os coeficientes hidrostáticos da embarcação. Após este processo, o modelo foi então importado no módulo *Motions*. Este módulo calcula o RAO da embarcação para seus diferentes movimentos.

O RAO – ou *Response Amplitude Operator* – é função de transferência que possibilita conhecer a resposta da embarcação devido a uma determinada excitação (proveniente das ondas do mar). O cálculo do RAO depende das dimensões e dos coeficientes de forma da embarcação. Ao importar o modelo neste módulo, as informações de dimensões principais e os principais coeficientes de forma e coeficientes hidrostáticos calculados no *Modeler* são utilizados para calcular o RAO do movimento nos seis graus de liberdade. A Tabela 12 apresenta as principais dimensões e coeficientes calculados pelo *Maxsurf*. A modelagem do casco é apresentada na Figura 19.

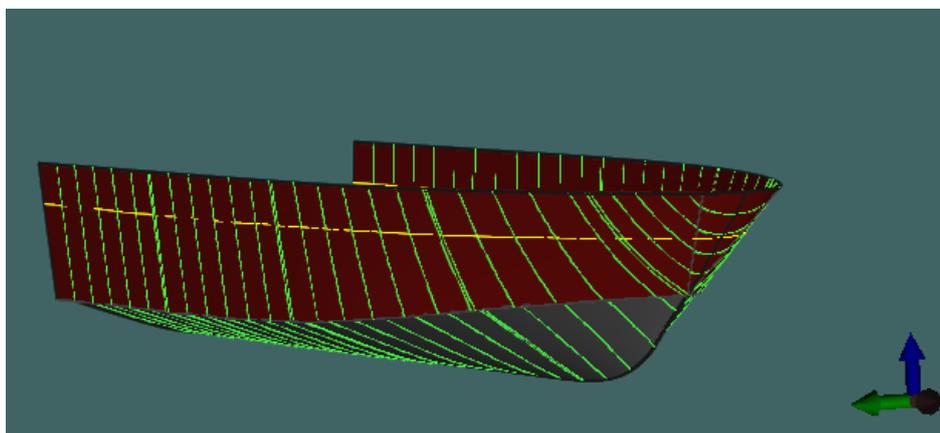
Tabela 12 - Coeficientes Hidrostáticos da Embarcação Projetada

Deslocamento	588,1 t
--------------	---------

Volume Deslocado	573,8	m ³
Calado à Meia Nau	3,4	m
Calado imerso	3,4	m
Comprimento da Linha D'água	33,9	m
Boca max na linha d'água	7,8	m
Área Molhada	357,5	m ²
Área da Seção Mestra	22,1	m ²
Área do Plano de Flutuação	226,0	m ²
Coeficiente Prismático (Cp)	0,76	
Coeficiente de Bloco (Cb)	0,63	
Coef. da Seção Mestra (Cm)	0,83	
Coef. do Plano de Flutuação (Cwp)	0,85	

Fonte: Autor

Figura 19 - Modelagem no Software Maxsurf

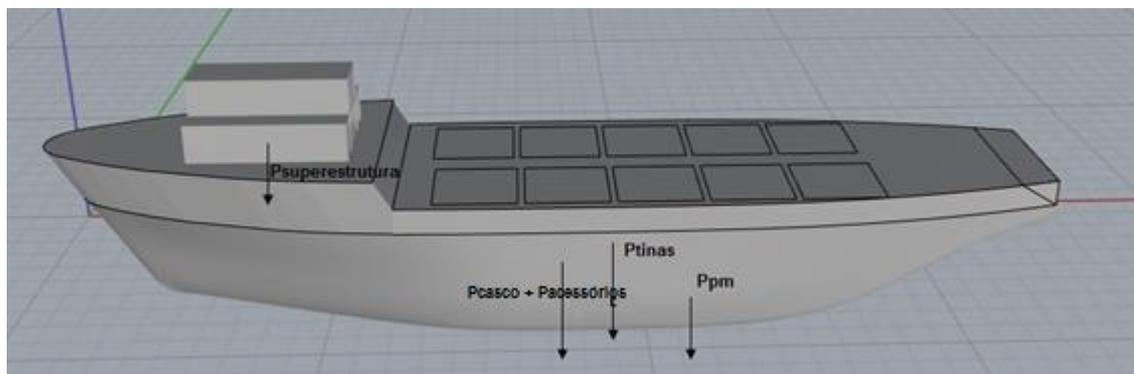


Fonte: Autor

No módulo *Motions* deve-se ainda imputar os dados da posição do centro vertical de gravidade (VCG), conforme Tabela 13, escolher qual o tipo de casco (catamarã ou mono casco), posicionar os pontos de interesse na análise (informar a posição vertical, posição longitudinal e transversal de cada ponto), informar as velocidades de deslocamento da embarcação na qual os cálculos devem ser feitos, informar a posição em que a embarcação está quando encontra as ondas (ângulo de guinada em relação à onda) e definir qual o modelo de espectro de energia que deverá ser aplicado na análise.

O VCG é estimado da seguinte forma: do deslocamento total, extraindo o deslocamento relativo às tinas (as quais tem total de 270,5 toneladas), tem-se a participação, de modo geral, de quatro componentes principais de peso da embarcação, que são o peso do casco, o peso dos acessórios e tanques, o peso da superestrutura e o peso da praça de máquinas. A Figura 20 representa a localização de cada peso no casco.

Figura 20 - Distribuição dos pesos a bordo



Fonte: Autor

Para uma estimativa inicial do peso do casco (P_{Casco}) é possível utilizar modelos estatísticos e equações empíricas, como as propostas por Ventura (2009), as quais baseiam-se na regressão de pesos de cascos conhecidos e depende de coeficientes que estão relacionados ao tipo de embarcação. Uma embarcação pesqueira assemelha-se a um navio de carga geral. A estimativa do peso do casco para navios de carga geral é baseada na Equação 4. Neste caso os coeficientes k_1, k_2, k_3 e k_4 equivalem, respectivamente a 0,0313; 1,675; 0,850; 0,280. Uma estimativa inicial da posição do centro de gravidade do peso do casco é na metade do calado.

$$P_{\text{Casco}} = k_1 \cdot L^{k_2} \cdot B^{k_3} \cdot D^{k_4} \quad (4)$$

Já o peso da praça de máquinas (P_{PM}) pode ser estimado pela Equação 5, também baseada em regressões propostas por Ventura (2009). No equacionamento k_{12} e k_{22} dependem do tipo de motor. Para o presente trabalho o motor é a diesel de quatro tempos, portanto k_{12} é 1,88 e k_{22} é 0,60. Já P_{MCP} é a potência, em HP, do motor principal que é 640 HP, segundo a Tabela 6. A localização estimada é de $\frac{1}{4}$ do calado, ou seja, 2,5 metros abaixo da linha d'água.

$$P_{\text{PM}} = k_{12} \cdot P_{\text{MCP}}^{k_{22}} \quad (5)$$

Por sua vez o peso da superestrutura ($P_{\text{Superestrutura}}$), que engloba as acomodações, a tripulação, os mantimentos e os principais equipamentos de navegação

pode ser estimado em 10% do peso do casco, conforme proposto por Ventura (2009). Sua localização é estimada em um altura de 2,5 metros em relação à linha d'água.

Com 12 tinas de volume total de 270,5 m³, o volume típico de cada tina é de 22,5m³. Considerando tina com base quadrada de 3 metros de lado, a altura das tinas abaixo da linha d'água seria de 2,5 metros. O VCG das tinas é, portanto, 1,25 metros.

Já, para alcançar o deslocamento estimado na Tabela 12, o peso dos componentes que restaram, isto é o peso dos acessórios, o peso dos tanques de óleo, lastro, água potável, dentre outros, é estimado em 114 toneladas, posicionado também na metade do calado.

A Tabela 13 apresenta cada parcela do deslocamento da embarcação e sua localização (VCG), os quais possibilitam o cálculo do VCG global através de média ponderada, que resulta em 1,51 metros abaixo da linha d'água.

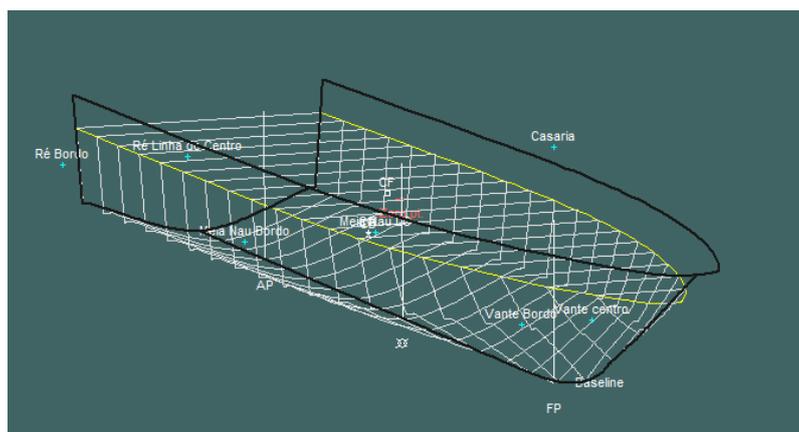
Tabela 13 - Componentes de Peso e Centros Verticais de Gravidade

	Peso [ton]	VCG [m]	PxVCG
PM	90,75	-2,30	-208,73
Superestrutura	10,20	2,50	25,50
Casco	102,00	-1,70	-173,41
Tinas	270,50	-1,25	-338,13
Acessórios e Tanques	114,64	-1,70	-194,89
VCG total	588,10	-1,51	

Fonte: Autor

A próxima etapa da modelagem no *Maxsurf Motions* é determinar a localização dos pontos aos quais se deseja analisar o comportamento no mar. O objetivo desta etapa é determinar qual a localização preferencial para as tinas, ou seja, a localização que possibilite menor aceleração e menor agitação da água. Com isso, a estratégia adotada foi a de analisar 6 pontos extremos, nos limites localizados: à ré e próximo à linha de centro; à ré e deslocado para um dos bordos; à meia nau e próximo à linha de centro; à meia nau e deslocado para um dos bordos; à vante e próximo à linha de centro; à vante e deslocado para um dos bordos, conforme Figura 21.

Figura 21 - Localização dos Pontos de Análise de Comportamento no Mar



Fonte: Autor

As velocidades de deslocamento analisadas no estudo foram a velocidade de serviço da embarcação (12,5 nós), metade e um quarto desta velocidade. O ângulo de guinada da embarcação em relação às ondas foi considerado 180° , pois entende-se que é a condição extrema para a embarcação.

Há diversas teorias e modelos de energia de ondas que podem ser aplicados para conhecer o comportamento de um corpo fluando em uma condição de mar, dentre eles o espectro de energia de Pierson-Moskowitz, o espectro de Bretschneider e o espectro de JONSWAP (GIRELI, 2008).

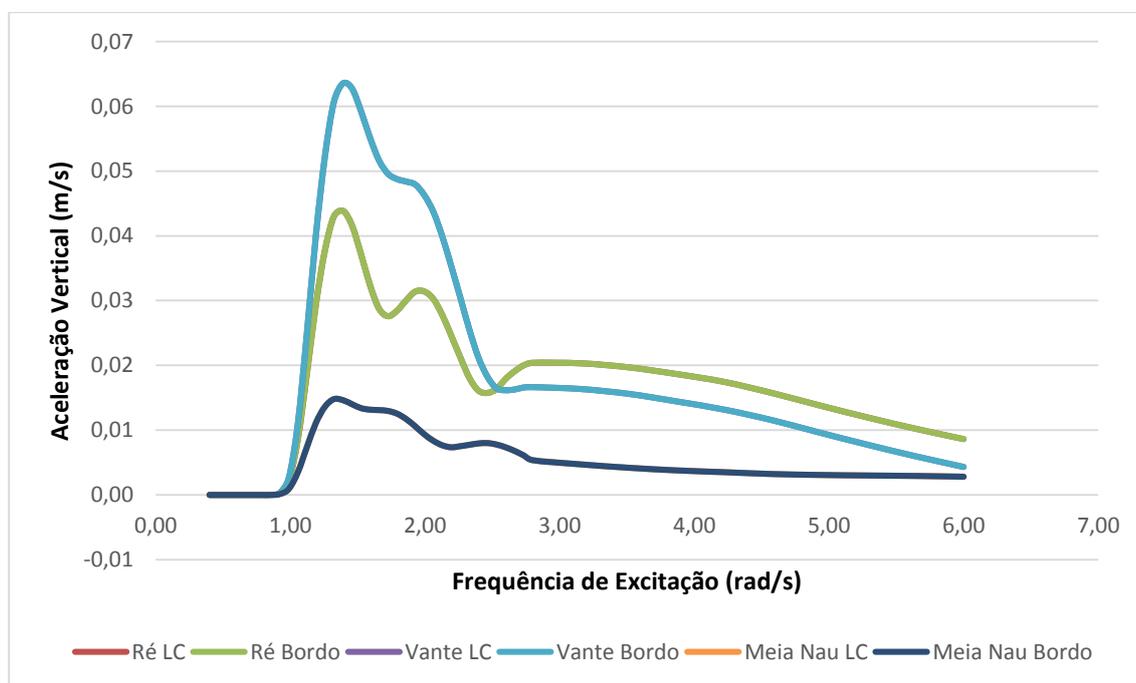
O modelo proposto por Pierson e Moskowitz (1963), baseado em dados empíricos, fundamenta-se em uma formulação espectral que depende apenas de um fator, que é a velocidade do vento no local a ser analisado a uma altura de 19,5m acima do nível médio do mar. O módulo *Motions* do *Maxsurf* possibilita a aplicação deste modelo. O *input* é, portanto, a velocidade do vento no local analisado. Escolheu-se o modelo proposto por Pierson e Moskowitz (1963) para uma análise inicial devido a sua facilidade de aplicação, dado que existem estatísticas da velocidade de vento nos oceanos que são de fácil acesso, e por apresentar resultados confiáveis.

A região onde a pesca ocorre tem uma velocidade média do vento de 17,81 nós, de acordo com dados analisados pelo portal *Earth WindMap* (2017). Este vento gera uma condição de mar plenamente desenvolvido, o qual excita a embarcação em diferentes frequências. Da teoria de vibrações, a resposta máxima de um corpo a uma dada excitação ocorre quando esta excitação é próxima da frequência de ressonância do corpo.

Muitos métodos numéricos podem ser aplicados para estimar as respostas da embarcação. O módulo *Motions* possibilita a aplicação de dois métodos específicos: a *strip theory* e o método de painéis. Para conhecer a aceleração vertical da embarcação devido aos movimentos nos 6 graus de liberdade, o mais adequado é utilizar o método de painéis.

A Figura 22 apresenta diversas frequências de excitação provenientes das ondas do mar (eixo x) e a resposta de cada ponto analisado da embarcação a esta excitação, em termos da aceleração vertical (eixo y) em m/s^2 .

Figura 22 - Frequência de Excitação x Aceleração Vertical



Fonte: Autor

Os resultados da simulação no *Modeler*, com a aplicação do espectro de energia de Pierson-Moskowitz, indicam que independe se as tinas localizam-se mais próximas à linha de centro ou mais próximas a um dos bordos, a aceleração vertical experimentada no VCG da tina é o mesmo, dado que as linhas das séries de dados de Ré LC (ponto localizado à ré próximo à linha de centro), Vante LC (à vante e na linha de centro) e Meia Nau LC (à meia nau e na linha de centro) não aparecem no gráfico, pois estão sobrepostas às linhas correspondentes aos pontos localizados nos bordos.

Porém a localização longitudinal das tinas importa. O pior local para localizar as tinas é à vante da embarcação, conforme Figura 22, pois é a localização que experimenta

maior aceleração vertical. O local mais apropriado é em regiões próximas à meia nau, porém é neste ponto onde em geral localiza-se a praça de máquinas da embarcação. Pontos à ré tem comportamento intermediário. Considerando que os pangas e caícos se fazem desnecessários, dada as características da operação, é possível posicionar as tinas no local que fica livre à ré.

Portanto, de acordo com o exposto nesta seção, o local mais adequado para posicionar o centro de gravidade das tinas é em locais a meia nau. Quando impossível, devido ao arranjo geral e localização da praça de máquinas, é preferível deslocar as tinas para região à ré do que regiões a vante. Sugere-se como etapa complementar desta, o estudo do posicionamento dos pesos após alterações da localização das tinas. Desta forma seria possível evidenciar alterações com relação ao posicionamento dos centros de flutuação e ocorrência de trim ou banda da embarcação.

O APÊNDICE A apresenta o arranjo esquemático do convés das embarcações analisados por Occhialini (2013) com destaque para a localização das tinas. As embarcações analisadas são as mesmas da Tabela 8. Observa-se que, na maioria dos casos, a disposição é aleatória e não segue uma lógica, dando a entender que não foram realizados estudos prévios de comportamento no mar para garantir menor agitação da água nas tinas. Em vários casos optou-se por posicionar as tinas em regiões à vante da embarcação, como nas embarcações Angelines, Viviane F, Santa Madalena, dentre outras. Portanto, segundo o estudo apresentado nesta seção, estas embarcações poderiam ter o arranjo alterado para posicionar as tinas em locais com menor incidência de aceleração vertical de forma a causar menos agitação da água e reduzir os efeitos na mortalidade nas tinas.

Note-se que a análise foi feita para a aceleração vertical percebida por pontos da embarcação, pois esta é gerada devido à uma combinação dos movimentos sofridos pela embarcação. Entende-se que os efeitos da agitação das águas é maior devido à aceleração vertical do que o percebido na rotação (guinada), ou na movimentação longitudinal e transversal da massa de água presente nas tinas. Sugere-se ainda como temas para trabalhos futuros analisar os efeitos da guinada e da movimentação longitudinal e transversal.

4.2.4 Circulação de água, oxigenação e controle da temperatura

De acordo com o destacado na seção 4.2.1, para que o ambiente de armazenamento dos peixes seja considerado saudável para os mesmos, os níveis de oxigênio devem ser bem controlados e sempre maiores que 2 mg/L. A baixa oxigenação da água pode ter como causa o aumento do consumo de oxigênio dos peixes que estão armazenados nos tanques, atrelado à não renovação do oxigênio (OCCHIALINI, 2013). A oxigenação é, portanto, fator primordial para a manutenção da vida das iscas.

Por outro lado, durante as expedições de busca dos cardumes de atum, as iscas armazenadas acabam por naturalmente lançar amônia e dejetos na água, parte do alimento fornecido não é consumido e uma parcela dos peixes inevitavelmente acaba morrendo. Isto faz com que o pH da água seja reduzido e a qualidade da água não seja mantida ideal naturalmente, impossibilitando a manutenção da vida sem o uso de sistemas de limpeza. De acordo com Lima et al (2011) os níveis letais de acidez e alcalinidade são abaixo de pH 4 e acima de pH 11, mas devem ser controlados e mantidos entre pH 7 e pH 9.

Segundo Martins, Catroxo e Hipólito (2015), os peixes vivem naturalmente em locais em que não há variação brusca de temperatura. De acordo com o analisado por Ochiellini (2013), em algumas embarcações atuneiras o gradiente de temperatura observado entre o cerco e as tinas chega a 10°C, e é um dos fatores da alta mortalidade das iscas.

Pelo que fica claro nos embarques analisados por Ochiellini (2013), as embarcações destinadas à pesca de atum bonito-listrado através da modalidade de vara isca-viva não possuem sistema capaz de monitorar os parâmetros tanto de oxigenação, quanto os níveis de pH ou a temperatura da água das tinas. Como estes parâmetros não são monitorados, a equipe de pesca não tem como agir para controlá-los e mantê-los em níveis saudáveis. A limpeza e a circulação da água das tinas só é acionada quando o responsável pelas tinas da embarcação dá o comando baseado em sua experiência e não baseado em informações reais da operação.

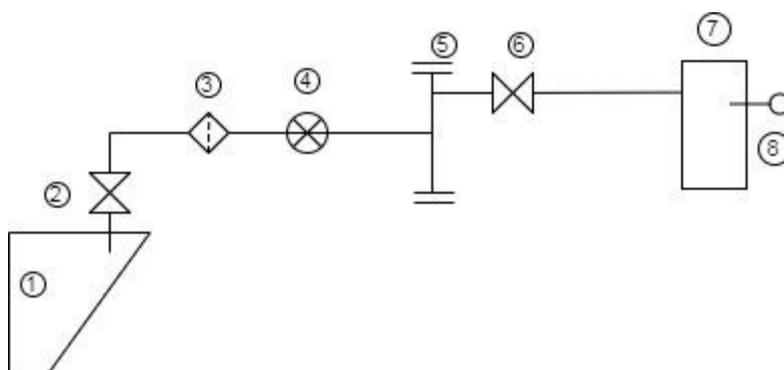
Portanto o grande esforço nesta etapa é desenvolver um projeto de sistema de circulação que permita à equipe de pesca conhecer e monitorar a qualidade da água no que se refere aos níveis de oxigênio, acidez e temperatura. O foco é na seleção de equipamentos para o monitoramento dos parâmetros da qualidade da água e na seleção de sistemas para filtragem, sucção e oxigenação da água.

Entende-se que a oxigenação, limpeza da água e manutenção da temperatura das tinas estão correlacionadas, e um sistema que enfoque os três problemas deve ser

idealizado. A circulação da água deve prover o oxigênio necessário, conduzir as impurezas para fora das tinas e regular a temperatura da água de maneira a não expor as iscas a um alto gradiente.

O diagrama apresentado na Figura 23 representa esquematicamente o sistema tomada de água de uma tina. A simbologia baseia-se na norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – para sistemas e componentes hidráulicos e pneumáticos.

Figura 23- Diagrama do Sistema de Circulação de Água das Tinas



Fonte: Autor

O princípio de funcionamento do sistema de circulação é o seguinte: a tomada da água que abastece as tinas é feita por compartimentos posicionados no fundo da embarcação, que no diagrama é representado pelo número 1. A água do mar entra nestes compartimentos e é contida por uma válvula – número 2 no diagrama. Quando existe a necessidade de circular água para dentro das tinas a válvula é aberta e uma bomba de sucção (número 4) é acionada. A água passa então por um filtro (número 3) para remover impurezas e é conduzida a um ramal comum para todas as tinas, que é comumente chamado de piano de válvulas (número 5). Este dispositivo permite que os pescadores controlem a vazão de água para cada uma das tinas, permitindo a condução da água para o interior de cada através da abertura da válvula indicada no número. A água então entra nas tinas (número 7) e o número 8 representa os equipamentos para monitoramento da qualidade da água.

Os tipos de equipamentos que devem ser selecionados para o monitoramento da água são os listados na Tabela 14. Sugere-se que seja instalado um sistema fixo de medição para cada tina, com sondas posicionadas na região central da tina e visor fixado na antepara em local de fácil visualização para permitir a ação imediata. Os sensores de

temperatura, oxigênio e nível de pH da água são primordiais para o monitoramento e possibilitam as ações conforme apresentados nas seções seguintes.

Tabela 14 - Equipamentos de Medição Necessários

Parâmetro	Equipamento	Faixa de Medição
Temperatura	Termômetro	0 a 60°C
Oxigênio	Oxímetro	0 a 30 mg/L
pH	pHímetro	2 a 12

Fonte: Autor

4.2.4.1 Regulagem da Temperatura

Para realizar a regulagem da temperatura do interior da tina é preciso conhecer a temperatura da água do mar que está entrando no sistema de circulação. Sugere-se o uso de termômetro com sonda por uma pessoa da equipe de pesca que verifique regularmente esta temperatura. De acordo com Ochiellini (2013), a temperatura observada naturalmente nos locais de captura da sardinha é entre 17°C e 23°C e não ocorrem variações bruscas em curto espaço de tempo. Portanto, a água das tinas deve manter faixa de temperatura semelhante. Ainda segundo Ochiellini (2013), os embarques de monitoramento mostraram sempre a tendência de elevação de temperatura da água das tinas. Este fato é observado porque ocorre transferência de calor dos sistemas de máquinas para a estrutura da embarcação, que por sua vez transfere o calor para a água das tinas. Portanto, considera-se que a água das tinas está sempre a uma temperatura superior a água do mar.

A forma de regulagem de temperatura proposta para as tinas é através da regulagem da vazão de água para o seu interior. Caso a temperatura observada na tina ultrapasse 22°C é necessário aumentar a entrada de água. Já, para o caso em que a temperatura da água do mar é muito abaixo da temperatura da água da tina (ou abaixo de 20°C), deve-se reduzir a vazão de água na circulação. O importante é que a ação, seja de abertura das válvulas para permitir a entrada de água ou a restrição de fluxo nas tinas, seja feita regularmente para não expor as iscas a grandes diferenças de temperatura.

4.2.4.2 Limpeza e regulagem de pH

Caso o pH lido no sistema de monitoramento seja abaixo de 7 é indicado que seja realizada limpeza das tinas e circulação de água. Segundo Ochiellini (2013) os detritos como alimento não consumido, fezes e peixes mortos tendem a decantar e concentrar-se no fundo das tinas. Estes são os responsáveis pela redução do pH da água.

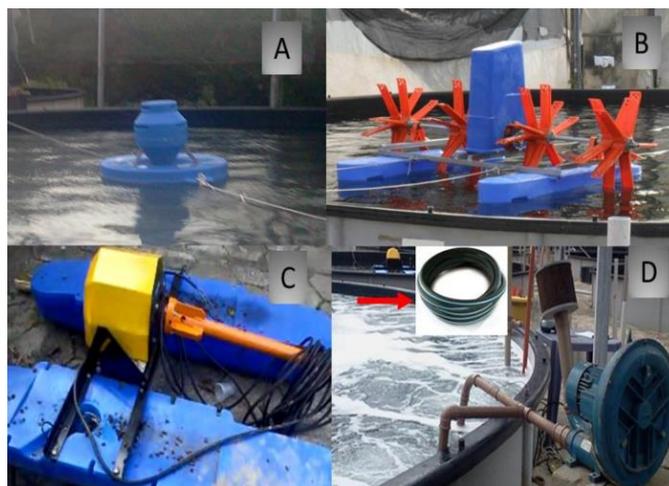
Portanto, para realizar a limpeza, seleciona-se uma bomba de sucção acoplada a uma tubulação que permita a coleta da água e detritos do fundo. Sugere-se uma bomba e tubulação dedicada à limpeza das tinas, e não utilizar o mesmo sistema de enchimento das tinas para fazer a limpeza, pois os detritos podem contaminar a rede de água limpa. A realização da limpeza deve ser semelhante ao processo de aspiração de piscinas, com o uso de uma haste que permita a varredura do fundo e coleta dos dejetos. A extremidade da haste deve ser de formato retangular para facilitar a operação. A água é então conduzida para uma saída no costado da embarcação neste sistema dedicado.

É possível utilizar uma bomba de duplo diafragma, com carcaça de polipropileno e vazão de cerca de 50 m³/h. Bombas com esta especificação são econômicas e de fácil operação fornecidas por diversos fabricantes e facilmente encontradas no mercado.

4.2.4.3 Regulagem da oxigenação

Sugere-se que o nível de oxigênio dissolvido não baixe de 5mg/L. Caso o monitoramento indique nível abaixo, é aconselhável ligar um aerador. Para a aeração de tanques de cultivo de pescados existem 4 principais modelos mecânicos mais comumente utilizados (PASCO,2015). Os modelos são apresentados na Figura 24: aerador tipo chafariz (A), aerador de pás (B), aerador propulsor (C) e aerador soprador (D).

Figura 24 - Aeradores Mecânicos para Tanques



Fonte: Pasco (2015)

Dada a limitação de espaço físico disponível no interior dos atuneiros, o tipo mais adequado seria o soprador de ar com difusor. O princípio de funcionamento deste aerador é pela captação do ar atmosférico por compressor, a circulação em alta pressão e incorporação na água por pequenas bolhas de ar. Portanto deve-se selecionar um compressor e mangueira que conduzem o ar para o interior das tinas.

Um compressor de 3 HP de potência, conforme testes realizados por Pasco (2015), é capaz de recuperar 80% da saturação do oxigênio em cerca de 20 minutos para um tanque de 50 m³. Como o volume de cada tina é cerca da metade do volume do tanque testado por Pasco (2015), e ainda como ocorrerá monitoramento constante dos níveis de oxigênio dissolvido, espera-se que o tempo para recuperação seja menor que 20 minutos. Portanto um sistema de aeração tipo soprador com mangueira difusora e compressor de 3 HP atende às necessidades de aeração das tinas. A mangueira deve ser furada ao longo do seu comprimento e posicionada na região do fundo da tina, facilitando a circulação da água e do oxigênio por todo o ambiente.

Destaca-se que o aerador do tipo soprador é um sistema de relativo baixo rendimento, portanto deve ser acionado apenas quando há necessidade devido a baixos níveis de oxigênio dissolvido. Sugere-se que seja utilizado um sistema de aeração portátil que seja capaz de atender a embarcação inteira.

Portanto, resumidamente, as ações da equipe de pesca ao constatar que os parâmetros estão fora dos considerados ideais para a manutenção da vida das iscas nas tinas são os seguintes:

- Temperatura das tinas acima de 22°C: abertura das válvulas para circulação da água;
- Temperatura da água do mar abaixo de 20°C: restrição do fluxo para o interior das tinas;
- pH abaixo de 7: limpeza das tinas e retirada de impurezas;
- pH acima de 9: circulação da água nas tinas;
- Nível de oxigênio dissolvido abaixo de 5 mg/L: acionar aeradores.

5 COMPARAÇÕES E GANHOS OPERACIONAIS ESPERADOS COM AS ADAPTAÇÕES PROPOSTAS

A comparação entre as operações de pesca, da forma que é realizada atualmente pela maioria das embarcações do sudeste e sul do Brasil, com os resultados esperados da operação proposta - com a obtenção de isca em cativo e adaptações a sistemas específicos da embarcação a fim de reduzir a mortalidade das iscas – pode ser feita através de parâmetros econômicos e ambientais.

Nas operações atuais, os atuneiros devem deslocar-se grandes distâncias na busca e no cerco da isca. Isto implica, segundo os embarques analisados por Ochiellini (2013), em média em 15 dias no mar para realizar todo o processo, variando de 4 dias até 36 dias. Do tempo total da embarcação no mar, o processo de iscagem corresponde a, em média, 30% do tempo, podendo chegar a 50%.

Para analisar o custo de mão de obra direta empregada apenas no processo de iscagem utilizou-se como base os dados da Convenção Coletiva de Trabalho de 2016 para 2017 para os profissionais de pesca em Santa Catarina. A convenção foi acordada entre os trabalhadores nas empresas de pesca de Santa Catarina e o Sindicato dos Armadores e Indústrias de Pesca de Itajaí e Região – SINDIPI. O valor total dos salários considera um salário base para cada função, acrescido de adicional de insalubridade, horas extras, descanso semanal remunerado e adicional noturno.

A Tabela 15 apresenta os cálculos baseados no número total de tripulantes da embarcação projetada (25 pessoas), e estimou-se um número de tripulantes de cada função. Tem-se um custo total de R\$25.780,80 apenas com salários, para um cenário em que o tempo médio de iscagem é de 15 dias. Já considerando os limites inferior e superior de dias de iscagem, este custo varia de um mínimo de cerca de R\$19.000,00 até cerca de R\$62.000,00.

Tabela 15 - Custo de Mão de Obra - Iscagem

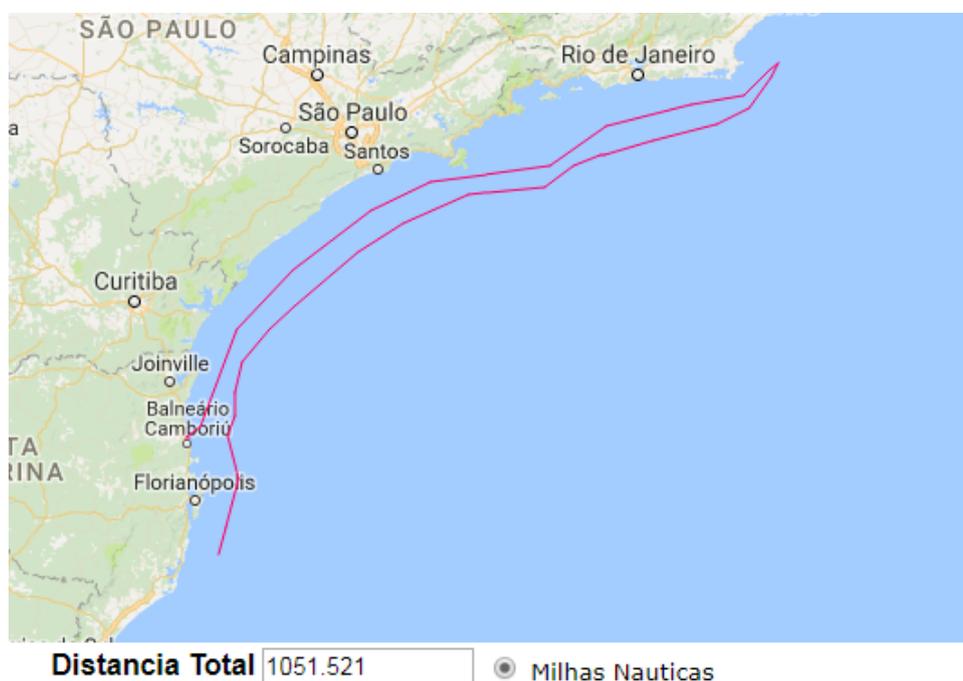
Função	Salário Mensal	Qtd Função	Salário/dia	Dias de iscagem (média)	Custo com Iscagem (Médio)
Pescador Profissional	R\$ 1.898,80	13	R\$ 63,29	15	R\$ 12.342,20
Pescador Especializado	R\$ 1.984,61	8	R\$ 66,15	15	R\$ 7.938,44
Motorista	R\$ 2.750,08	2	R\$ 91,67	15	R\$ 2.750,08
Mestre	R\$ 2.750,08	2	R\$ 91,67	15	R\$ 2.750,08

Fonte: Adaptado de SINDIPI (2016).

É possível também estimar o custo de combustível devido aos deslocamentos na busca e cerco das iscas. O motor da embarcação tem potência nominal de 640 HP, conforme Tabela 6, ou 477 kW. O catálogo do fabricante indica o consumo médio dos motores, operando na velocidade de serviço. Para o motor em questão o consumo é de 84,1 litros por hora (CUMMINS, 2009).

É comum durante as operações de iscagem as embarcações deslocarem-se do porto de origem (Itajaí – SC no caso da embarcação projetada) até o Rio de Janeiro e retornar até o Cabo de Santa Marta – SC no processo de busca de isca. Neste caso hipotético, a distância total percorrida é de cerca de 1050 milhas náuticas, conforme Figura 25, que indica em vermelho o caminho percorrido. Considerando que a embarcação viaja à velocidade de serviço durante todo o percurso é possível calcular o custo estimado de combustível para a viagem em questão, conforme apresentado na Tabela 16, onde o custo do litro do combustível foi obtido no portal da Agência Nacional do Petróleo (ANP) para a região de Santa Catarina, que apresentou média do preço de combustível de R\$3,20 em novembro de 2017 (ANP,2017). A velocidade em nós é a distância em milhas náuticas percorrida em uma hora.

Figura 25 - Deslocamento hipotético da embarcação em busca de isca



Fonte: Adaptado de Abul (2017)

Tabela 16 - Custo estimado de Óleo Diesel Marítimo na Viagem

Velocidade [kn]	12,5
Distância [mn]	1050
Tempo [h]	84
Consumo do motor [L/h]	84,1
Consumo total [L]	7064,4
Custo Diesel Marítimo [R\$/L]	R\$ 3,20
Custo Total	R\$ 22.606,08

Fonte: Autor

Para a estimativa do custo de uma viagem hipotética para a captura de iscas, considera-se além do tempo de deslocamento para ida e volta, o tempo em que a embarcação está movendo-se lentamente ou parada em busca de isca e também o tempo em operação para cerco e transbordo da isca. Com isto, o tempo total da viagem estimado seria em torno de 15 dias, conforme média observada por Ochiellini (2013). Para a composição do custo total é possível ainda estimar os custos com o rancho da tripulação. Considerando que o custo por tripulante por dia nas operações de pesca seja de, em média, R\$20,00, o custo total do rancho para esta viagem é de R\$7.500. Este custo abrange os gastos com alimentação e água.

Desta forma, na viagem hipotética para a captura de isca tem um custo direto de cerca de R\$55.000,00, sem contar os custos com manutenção da embarcação e dos equipamentos, custos de seguros, depreciação e demais custos indiretos do processo de pesca.

Para o caso em que percorre a mesma distância, mas demora o máximo de dias para iscagem considerados por Ochiellini (2013), ou 36 dias, o custo direto ultrapassa R\$100.000,00 para a captura das iscas.

No caso da mudança da operação de iscagem, a embarcação não fica isenta de custo para obtenção de iscas, pois deverá pagar ao produtor. Como a produção em larga escala de isca em cativeiro ainda não é uma realidade, não é possível determinar qual seria o custo direto do processo. Porém, o processo de iscagem em cativeiro seria, sem dúvidas, muito mais rápido e permitiria que o esforço da tripulação e os custos de combustível e demais custos relativos à embarcação sejam utilizados na pesca do objetivo final, que é o atum.

Os dias em que passa no mar pescando isca não contribuem diretamente para o faturamento do armador da embarcação de pesca. Ou seja, no período em que está

buscando e pescando isca a embarcação não cumpre o papel pela qual foi projetada, e não gera lucros. Este fato é conhecido contabilmente como “lucro cessante”, que caracteriza-se pelo lucro que deixou de ser realizado por motivo alheio à vontade da empresa (HOOG, 2011).

Para o caso de obtenção de isca em cativeiro a autonomia das embarcações seria utilizada apenas para a pesca do atum. Dada uma autonomia média de 30 dias de mar, se o processo de iscagem fosse reduzido de 15 dias para poucas horas (com a obtenção da isca em cativeiro), a embarcação poderia passar mais tempo no mar para preencher seus porões. Poderia ainda preencher os porões, retornar para desembarcar no porto de origem, embarcar iscas novamente e retornar para a pescaria do atum. Ou seja, como até metade dos dias de mar são utilizados para a pesca da isca, caso esta etapa não seja mais necessária, a produção do atum no mesmo intervalo poderia até dobrar. Aumentar a produção, dentro de limites sustentáveis e seguindo as cotas da ICCAT, é vantajoso para toda a cadeia de produção, beneficiamento, transporte e consumo do pescado.

Entende-se que os “lucros cessantes”, isto é, o faturamento que a embarcação deixa de gerar pelo fato de necessitar buscar a isca, são ainda mais representativos do que o custo direto do processo de iscagem. Ou seja, optando-se por obter a isca em cativeiro o armador poderá até dobrar sua produção de pescado e, conseqüentemente, dobrar seu faturamento. Atrelado à redução do custo direto do processo de iscagem, a mudança da operação mostra-se bastante vantajosa para a empresa de pesca.

Por outro lado é difícil de prever o índice de mortalidade das iscas ao adotar as práticas e equipamentos presentes neste trabalho. Mas, como os esforços foram focados em melhorias relativas às causas de mortalidade evidenciadas por Ochiellini (2013), é esperado que ocorra uma redução considerável do desperdício de iscas vivas.

Nas operações atuais é comum o atuneiro ter que interromper o processo de pesca de atum por falta de isca (muito devido à alta mortalidade), tendo que deslocar-se novamente para próximo à costa e realizar todo o processo do início. Portanto, apesar de ser difícil de mensurar a mortalidade sem colocar em prática e monitorar as sugestões do presente projeto, a tendência é que os custos do processo diminuam e eficiência aumente consideravelmente. O tempo que é gasto no retrabalho do processo de iscagem poderia ser utilizado para a efetiva pesca do atum, caso a mortalidade das iscas seja reduzida adotando-se as sugestões presentes no trabalho. A pesca da capacidade de carga da embarcação pode ser alcançada em menos tempo do que ocorre na realidade atual.

Com relação aos benefícios ambientais da mudança da operação e da preocupação com a manutenção das iscas nas tinas é possível destacar o seguinte dado presente na tese de Ochiellini (2013): o consumo anual de sardinhas utilizadas como iscas é estimado em 1.482 toneladas, as quais correspondem a cerca de 760 milhões de indivíduos.

Vale ressaltar que estes peixes são capturados na fase inicial de seu desenvolvimento. Portanto, esta biomassa de 1.482 toneladas poderia chegar até cerca de 31.000 toneladas caso alcançassem a fase adulta.

A redução da mortalidade, que atualmente é de 50% em média nos atuneiros, faria com que a necessidade de captura de sardinha diminuísse. Já o desenvolvimento das iscas em cativeiro, apesar de ainda não ser possível em larga escala, poderia fazer com que a retirada de sardinha de ambientes naturais fosse reduzido a níveis muito abaixo dos atuais. Paralelamente a isto, ressalta-se ainda que a produção em cativeiro seria uma forma de repor uma certa quantidade de sardinhas retiradas ao longo dos anos, dado que nem toda sardinha seria consumida pelos atuns, podendo continuar seu desenvolvimento e chegar a fase adulta livremente no oceano.

Portanto, podem existir vantagens tanto econômica quanto em termos ambientais da mudança da operação e da adoção de práticas que reduzam a mortalidade das iscas nos atueiros.

6 CONCLUSÃO

A exploração de recursos naturais para alimentação, em especial dos provenientes de ambientes aquáticos, faz parte da história da humanidade. Em especial no Brasil existe uma tendência de aumento de consumo de pescados devido à busca de alternativas para uma alimentação saudável. O país tem abundância de recursos naturais e, para determinados tipos de espécie – como é o caso do atum bonito-listrado – existe estoques disponíveis para o aumento do consumo. Estes estoques devem ser explorados de maneira sustentável para que futuramente não haja o risco de restrição de consumo devido à sobrepesca.

A modalidade mais empregada para a pesca do atum bonito-listrado no Brasil é através da Vara e Isca-Viva. Apesar de o atum não estar em risco de extinção, a principal espécie que é utilizada como isca – a sardinha-verdadeira – é explorada em grandes volumes, tanto pela pesca artesanal quanto pela pesca industrial, e observa-se a diminuição de sua disponibilidade.

O desafio da pesca industrial do bonito-listrado é, portanto, aumentar a exploração do recurso pesqueiro que é abundante, tendo como premissa o esforço para diminuir o impacto causado pela retirada da sardinha-verdadeira e demais espécies usadas como isca.

Existem pesquisas em andamento que buscam aprimorar técnicas de produção de iscas em ambientes controlados. Não é possível ainda afirmar quando a produção em larga escala de isca, ou uma produção capaz de suprir a necessidade dos atuneiros, será alcançada. Porém, deve haver estudos referentes às adaptações nas operações e nas embarcações de pesca a fim de adequá-las à nova realidade operacional. Paralelamente, baseado em estudos como o de Ochiellini (2013), as embarcações devem adequar seus sistemas a bordo para diminuir as principais causas de mortalidade das iscas.

Em face desta realidade, o presente trabalho buscou, baseado na metodologia de desenvolvimento de projetos de embarcações focado em projeto de embarcações de pesca proposto por Lamb (2007), realizar as etapas de levantamento de requisitos e projeto preliminar de uma embarcação de pesca de atum bonito-listrado.

Na etapa de levantamento de requisitos evidenciaram-se os impactos na operação e nos atributos da embarcação devido às duas principais premissas: as iscas são

obtidas em criadouros e existe a necessidade de reduzir a mortalidade das iscas durante as viagens.

Com o levantamento das principais informações realizou-se a etapa de projeto preliminar dos principais atributos de interesse. Optou-se por selecionar uma embarcação base e conservar suas características de dimensões principais, propulsão, arranjo e número de tripulantes. Desta forma, o foco foi dado apenas nos atributos julgados como de influência direta nas premissas do projeto.

As decisões de projeto preliminar apresentadas buscaram, portanto, a adequação da operação dada a nova realidade do processo de iscagem, selecionar equipamentos de forma a possibilitar o embarque de iscas provenientes de criadouros, estudar possíveis mudanças de arranjo e demais sistemas em busca da atenuação das causas da mortalidade das iscas durante as expedições de pesca de atum. Os equipamentos selecionados são de fácil localização no mercado e fácil implementação a bordo, portanto as adaptações não fogem da realidade da indústria da pesca. As soluções apresentadas foram para amenizar os problemas identificados, podendo cada solução ser aperfeiçoada no intuito da melhoria constante das operações.

Tais decisões foram fundamentadas em simulações e modelagens baseadas em históricos de monitoramento de pesca. Assim como as informações das causas de mortalidade, estas informações foram obtidas em teses de autores que estudaram a fundo diversos embarques na mesma região de operação objeto deste trabalho.

Para garantir que as soluções propostas no presente trabalho atinjam o objetivo de redução de mortalidade e aumento da eficiência, o ideal seria realizar sua implementação e posterior monitoramento. Porém, esta etapa fica como proposta de trabalhos futuros.

O processo de iscagem e manutenção das iscas são altamente ineficientes, pois demandam até metade da autonomia da embarcação e são desperdiçadas em média metade destas iscas capturadas. A adoção de práticas para redução de mortalidade a bordo poderia reduzir os custos e gerar vantagens econômicas e ambientais.

Conclui-se, portanto, que é possível realizar adaptações nas embarcações e nas operações de pesca, focando em atributos específicos e na seleção de equipamentos de fácil acesso e implementação, de forma a reduzir a mortalidade das iscas e reduzir o impacto ambiental de sua retirada de ambientes naturais, através da obtenção de iscas em cativeiro. O uso de bombas de sucção pode ser adequado para o transbordo seguro de

iscas; ao embarcar 5,41 toneladas de isca a chance de pescar 120 toneladas de atum é de cerca de 50%, com base em históricos de rendimento; o posicionamento mais adequado das tinas é tanto mais próximo da meia nau quanto possível, devido à aceleração vertical imposta pelas ondulações do local de operação; o sistema de circulação de água das tinas deve basear-se no monitoramento constante dos parâmetros de temperatura, pH e oxigênio dissolvido e na circulação e aeração da água

Para ampliar o conhecimento gerado neste campo e comparar os sistemas propostos com outras possibilidades, sugere-se os seguintes focos para trabalhos futuros:

- Projeto dos demais atributos da embarcação-base, como projeto da praça de máquinas, projeto de acomodações e demais sistemas auxiliares;
- Projeto específico de sistema de bombeamento de iscas-vivas para redução de lesões;
- Projeto de sistema de controle de temperatura das tinas de armazenamento de iscas;
- Comparação entre alternativas para limpeza e oxigenação da água das tinas;
- Projeto de criadouro de iscas em cativeiro, com definição de localização espacial e estimativa de custos de produção.

REFERÊNCIAS

AFONSO-DIAS, Manuel. **Breves Notas Sobre a História Da Pesca**. 2007. 4 f. Curso de Biologia Marinha, Universidade do Algarve, Algarve, 2007. Disponível em: <<http://w3.ualg.pt/~madias/docencia/paq/BrevesNotasHistoriaPesca.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2017.

ALLEE, V. **The knowledge evolution-expanding organization intelligence**. Newton: Butterworth-Heinemann, 1997.

ALLEN, Robin. **International management of tuna fisheries**. Roma: Fao, 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/012/i1453e/i1453e00.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2017.

ANDRADE, Humber Agrelli. **Taxa de captura para o Bonito-Listrado (*Katsuwonus pelamis*) do sudoeste do oceano Atlântico Sul**. Florianópolis: INE/CTC, 2007. 12 p. Disponível em: <http://www.pesca.sp.gov.br/34_3_391-402.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2017.

ANP, Agência Nacional do Petróleo. **Síntese dos Preços Praticados**. 2017. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/preco/prc/Resumo_Mensal_Municipio.asp>. Acesso em: 05 nov. 2017.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA PESCA E AQUICULTURA. Brasília: Associação Cultural e Educacional do Brasil - Aceb, v. 1, n. 1, 2014. Disponível em: <http://formsus.datasus.gov.br/novoimgarq/16061/2489520_218117.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2017.

ARAÚJO, Luciana Gomes de. **A pesca costeira artesanal de Paraty, RJ: uma análise multiescalar sob o enfoque da cogestão de recursos comuns**. 2014. 362 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000939814>>. Acesso em: 2 jul. 2017

ASSIS, Luciene de. **Novas regras para o uso de espinhéis:** Medidas definidas em instrução normativa interministerial devem reduzir a captura acidental de aves marinhas durante a pesca. 2014. Disponível em: <<http://mma.gov.br/index.php/comunicacao/agencia-informma?view=blog&id=587>>. Acesso em: 12 ago. 2017.

BACK, N. OGLIARI, A. SILVA, J.C. DIAS, A. **Projeto Integrado de Produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem.** Editora Manole. 2008

BRASIL. **Transformação da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República em Ministério da Pesca e Aquicultura.** Brasília, 2009.

BRONZ, Debora. **Pescadores do Petróleo:** Políticas ambientais e conflitos territoriais na Bacia de Campos, RJ. Rio de Janeiro: E-papers, 2009. 199 p.

BUTCHER, John. A History of the Marine Fisheries of Southeast Asia, C.1850-2000. In: BUTCHER, John. **The Closing of the Frontier.** Singapura: Institute Of Southeast Asian Studies, 2004. p. 443.

CAMILO, C. . **Auxilio Projeto - Pesca Oceânica** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <antoniofelipect@gmail.com> em 25 fev. 2016.

CAMINHA, Pero Vaz de. **A Carta de Pero Vaz de Caminha.** 1500. 6 f. TCC (Graduação) - Curso de Núcleo de Educação A Distância, Universidade da Amazônia, Manaus, 1500. Disponível em: <http://docente.ifrn.edu.br/paulomartins/livros-classicos-de-literatura/a-carta-de-pero-vaz-de-caminha-em-pdf/at_download/file>. Acesso em: 15 jun. 2017.
Acesso em: 14/04

CAMPOS, Parahyba. **Portifólio.** 2017. Disponível em: <http://www.pbcampos.com/portfolio_paulo.php>. Acesso em: 12 out. 2017.

CASCUDO, Luiz da Câmara. **Jangada: Uma pesquisa etnográfica.** 2. ed. Natal: Letras e Artes, 1964. 165 p.

CASTELLO, J. P. Síntese sobre distribuição, abundância, potencial pesqueiro e biologia do bonito-listrado (*Katsuwonus pelamis*). **Avaliação do Potencial Sustentável de**

Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva MMA. REVIZEE Análise/Refinamento dos Dados Pretéritos Sobre Prospecção Pesqueira. p.13, 2000.

CUMMINS. **Marine Products Guide.** 2009. Disponível em: <https://www.cummins.com.br/sites/default/files/files-aplicacao/maritimo/maritimo_MarineProductGuide_June09-01.pdf>. Acesso em: 25 out. 2017.

FAO. **Fishing Vessel Types:** Trollers. 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/vesseltype/360/en>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

FARIAS, Fernanda. **Ministério da Pesca é extinto.** 2015. Disponível em: <<http://www.canalrural.com.br/noticias/noticias/ministerio-pesca-extinto-59103>>. Acesso em: 02 jul. 2016.

FARIAS, Luiz Felipe Azevedo; LEGG, Raphael Boechat. **Projeto de Sistemas Oceânicos II.** Rio de Janeiro: UFRJ, 2009.

FELDE, João Luiz. **Métodos de Ajuste da Função Weibull e seu Desempenho na Prognose do Crescimento e Produção de Eucalyptus dunnii.** 2010. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Centro-oeste, Irati - Pr, 2010. Disponível em: <http://tede.unicentro.br:8080/jspui/bitstream/tede/491/1/Joao_Luiz_Felde.pdf>. Acesso em: 15 set. 2017.

FERREIRA, Beatrice Padovani. **A pesca Artesanal no Brasil: Características, conflitos e perspectivas.** 2016, Brasília. **Seminário Oceana.** Brasília: Docean, 2016. p. 1 - 52.

GERAQUE, Eduardo. **Instrumentos de pesca descartados no oceano são 10% do lixo marinho.** 2015. São Paulo. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2015/09/1687110-instrumentos-de-pesca-descartados-no-oceano-sao-10-do-lixo-marinho.shtml>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

GIRELI, Tiago Zenker. **Modelação Física em Canal da Geração de Ondas Regulares e Irregulares para Estudo de Quebra-Mar de Enrocamento.** 2008. 267 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

IBAMA. **Instrução Normativa N° 16**. Brasília, 2009, Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2009/in_ibama_16_2009_retificada_defesosardinhaveverdadeira_sc_rj_rev_p_ibama_68_2003.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2017.

ICCAT. **ICCAT Introduction**. 2017. Disponível em: <<http://www.iccat.es/en/introduction.htm>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

ICMBIO, CEPSUL. **Artes de pesca**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/artes_de_pesca/industrial/vara_isca_viva/vara_isca_viva.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2016.

LIMA, José Heriberto Meneses de; LIN, Celso Fernandes; MENEZES, Antonio Alberto da Silveira. **As Pescarias Brasileiras de Bonito-Listrado Com Vara e Isca-Viva, No Sudeste e Sul Do Brasil, no Período de 1980 a 1998**. Tamandaré: Cepene, 2000. 92 p. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/trabalhos_tecnicos/pub_2000_bonlistrado_vara_isca.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2017.

LIMA, Valdívia Thais Alves de et al. **Análise da condutividade elétrica e do pH em água salobra no cultivo de tilápias**. Petrolina: Embrapa, 2011. 8 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/46186/1/66-Valdivia.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2017.

MARTINS, Ana Maria Cristina; CATROXO, Márcia Helena; HIPOLITO, Marcio. **Estresses ambientais na piscicultura**. São Paulo: Centro de P&D de Sanidade Animal, 2015. (211). Disponível em: <<http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/#/publicacoes/comunicados-documentos-tecnicos/comunicados-tecnicos/estresses-ambientais-na-piscicultura>>. Acesso em: 13 out. 2017.

MATSUURA, Y. **Perspectiva da pesca de bonitos e atuns no Brasil**. Ciência e Cultura, v. 34, n. 3, p. 333-339, 1982.

MENEZES, N. et al. **Catálogo das Espécies de Peixes Marinhos do Brasil**. Museu de Zoologia – USP – 2003.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Produção**. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/aquicultura/producao>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

MORAES, Sergio Cardoso de. **Saberes da Pesca: Uma arqueologia da ciência e tradição.** 2005. 230 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

NOBREGA, C. A Atualidade Portuária no Brasil. **Intercâmbio Tecnológico Portuário**, Salvador, p. 4, jun. 2003. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/porta1/pdf/palestras/48-palestra_2_encontro.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2016.

OCCHIALINI, D. S. **Diagnóstico da pesca de isca-viva empregada pela frota atuneira no Sul e Sudeste do Brasil.** Florianópolis, 2013. 171 p.

OETTERER, Marília. **Uso do frio na conservação do pescado: A proteção do gelo na distribuição in natura.** 2009. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/285125/mod_resource/content/1/Pescado-Frio-gelo.PDF>. Acesso em: 12 ago. 2017.

OLIVEIRA, O. M. B. A.; SILVA, V. L. **O processo de industrialização do setor pesqueiro e a desestruturação da pesca artesanal no Brasil a partir do Código de Pesca de 1967.** Sequência (Florianópolis), Florianópolis, n. 65, p. 329-357, Dez. 2012. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2177-70552012000200014&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 06 Mar. 2017. <http://dx.doi.org/10.5007/2177-7055.2012v33n65p329>

PASCO, Jesus Joselino Malpartida. **Aeração em cultivos superintensivos de tilápias Oreochromis niloticus, em bioflocos e com troca mínima de água.** 2015. 120 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/158427/336715.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 out. 2017.

PENTAIR. **Pentair Vaki Fish Pumps.** 2017. Disponível em: <<http://pentairaes.com/pentair-vaki-fish-pumps.html>>. Acesso em: 15 out. 2017.

PIERSON, Williard; MOSKOWITZ, Lionel. **A proposed spectral form for fully developed wind seas based on the similarity theory of S.A. Kitaigorodskii.** Nova Iorque: New York University, 1963. 32 p. Disponível em: <<http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/421610.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2017.

PINTO, Ana Estela de Sousa. **Sardinha avança entre consumidor mais rico; atum entre mais pobre.** 2016. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2016/09/1813685-sardinha-avanca-entre-consumidor-mais-rico-atum-entre-mais-pobres.shtml>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

PLANALTO NACIONAL. **Decreto 2840.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2840.htm>. Acesso em: 06 abr. 2016.
PROGRAMA DE ESTATÍSTICA PESQUEIRA INDUSTRIAL DE SANTA CATARINA. **Boletim estatístico da pesca industrial de Santa Catarina - ano 2012.** Disponível em: <http://gep.acad.univali.br/download/pdf/boletim_2012.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2016.

REBOUÇAS, Gabriel Nunesmaia; FILARDI, Ana Carla Leão; VIEIRA, Paulo Freire. Gestão Integrada e Participativa da Pesca Artesanal: potencialidades e obstáculos no litoral do Estado de Santa Catarina. **Ambiente e Sociedade**, Campinas, v. 2, n. 10, p.83-87, jun. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v9n2/revista_n2_06.pdf#page=83>. Acesso em: 23 jun. 2017.

RENCK, Emanuelle. **Comparação entre as embarcações pesqueiras que praticam o método de cerco construídas no Vale do Itajaí e Peru.** 2014. 112 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Naval, Centro Tecnológico de Joinville, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/127645/TCC_emanuelle_renck_OK.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 ago. 2017.

RODRIGUES-RIBEIRO, R. C.. **Demanda de iscas vivas para a frota atuneira catarinense na safra de 1998/99: CPUE, composição e distribuição de capturas.** Itajaí: Facimar, 2000. 5 p.

ROSA, Bruno; ORDOÑEZ, Romana. **Setor Naval Afunda.** 2016. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/setor-naval-afunda-19205832>>. Acesso em: 05 jul. 2017.

SIDONIO, Luiza et al. **Panorama da aquicultura no Brasil: Desafios e oportunidades.** Brasília: Bndes Setorial, 2011. 463 p. Disponível em: <http://www.polypus.com.br/proenca/curso/artigo_BNDS.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2017

SILVA, Adriano Prysthon da. **Pesca artesanal brasileira: Aspectos conceituais, históricos, institucionais e prospectivos.** Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, v. 1, n. 1, p.1-36, fev. 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/108691/1/bpd3.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2017.

SILVA, Emanuel Luiz Pereira da. **Territorialidade e Proteção Social: Conflitos Socioambientais Indígenas Vivenciados na Pesca Artesanal no litoral norte da Paraíba.** 2016. 221 f. Tese (Doutorado) - Curso de Serviço Social, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2016.

SILVA, Vera Lucia da; LEITÃO, Maria do Rosário de Fátima Andrade. **A regulação jurídica da pesca artesanal no Brasil e o problema do reconhecimento do trabalho profissional das pescadoras.** 2012. 28 f. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012. Disponível em: <<http://www.ufpb.br/evento/lti/ocs/index.php/17redor/17redor/paper/viewFile/230/103>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTIA E REPARAÇÃO NAVAL E OFFSHORE (SINAVAL). **Emprego nos estaleiros brasileiros.** 2015. Disponível em: <<http://sinaval.org.br/empregos/>>. Acesso em 04 maio. 2016.

SINDIPI. **Convenção Coletiva de Trabalho 2016-2017.** 2016. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiUn4CKqbDXAhXBhZAKHTFVck8QFghaMAY&url=http://www.sindiipi.com.br/arquivos/arquivo/convencao-coletiva-de-trabalho-2016-a-2017/a557535dfe5fc21d4056.pdf&usg=AOvVaw1_RAbWgQa9DpYgQ_gjffdj>. Acesso em: 15 out. 2017.

SPAUTZ, Dagmara. **Safra da sardinha é a pior dos últimos anos em Santa Catarina.** 2017. Disponível em: <<http://dc.clicrbs.com.br/sc/noticias/de-ponto-a-ponto/noticia/2017/04/safra-da-sardinha-e-a-pior-dos-ultimos-anos-em-santa-catarina-9768730.html>>. Acesso em: 20 jul. 2017.

THE GOOD FISH PROJECT (Austrália). **Wild Capture & Farming Methods**. 2013. Disponível em: <<http://www.goodfishproject.com.au/wild-capture-farming-methods/>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

UNIVALI/CTTMar, 2013. **Boletim estatístico da pesca industrial de Santa Catarina – Ano 2012**. Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Itajaí, SC. Volume 13, número 1, 66 p.

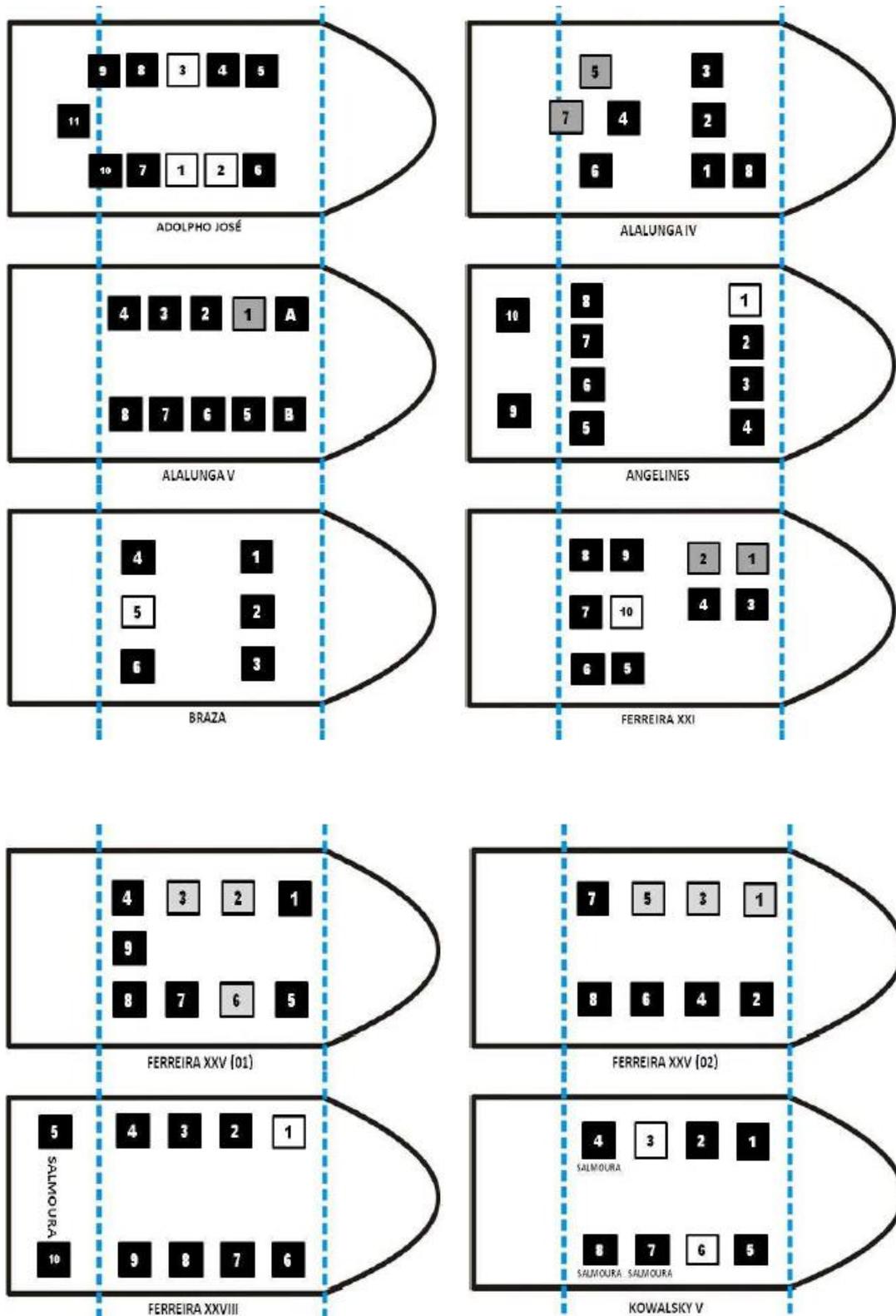
VENTURA, Manuel. **Estimation Methods for Basic Ship Design**. 2009. Instituto Superior Técnico - Lisboa. Disponível em: <<http://www.mar.ist.utl.pt/mventura/Projecto-Navios-I/EN/SD-1.3.1-EstimationMethods.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2017.

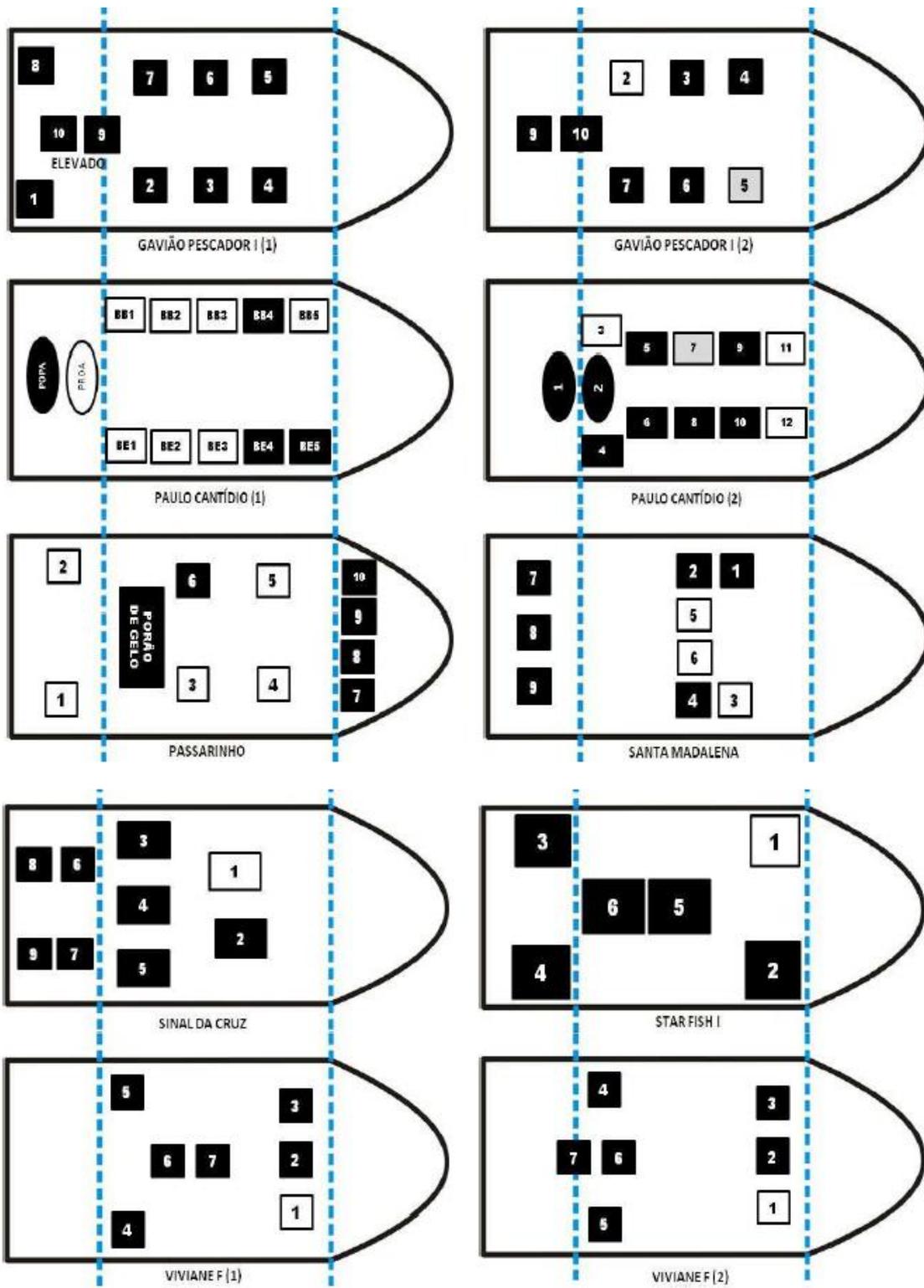
ZALLO (Espanha). **Tipos de pesca del bonito del norte**. 2017. Disponível em: <<http://zallo.com/es/blog/sabias-que/482-tipos-de-pesca-del-bonito-del-norte>>. Acesso em: 10 out. 2017.

ZANIN, Tatiana. **Comer peixe emagrece e protege o coração**. 2017. Disponível em: <<https://www.tuasaude.com/beneficios-de-comer-peixe/>>. Acesso em: 01 set. 2017.

APÊNDICE A: Arranjo do Convés das Embarcações Semelhantes

Figura 26 - Arranjo do Convés das Embarcações Semelhantes





Fonte: Occhialini (2013)