

# O teor de **sal** em arenques

Como o teor de sal em arenques  
se altera durante a captura e o  
manuseio do pescado



**SjømatNorge**

Norwegian Seafood Federation

## Prefácio

Esse documento é uma tradução do estudo do Nofima (Instituto Norueguês de Investigação Alimentaria), do relatório 17/2023, ISBN 978-82-8296-751-8, dos autores Sra. Kristin Beate Hansen, Sr. Stein Harris Olsen e Sra. Margrethe Esaiassen.

O Nofima é o instituto principal norueguês de investigação alimentaria que realiza estudos científicos e investigação de fomento para a indústria da aquicultura, para o setor da pesca e para a indústria alimentar. 

A tradução do relatório do inglês para o português foi feito pelo Nofima do parte de Norwegian Seafood Federation (Federação Norueguesa do Pescado). O Nofima não está responsável de qualquer error na tradução do inglês para o português.

## Preface

This report is the translated version of Nofima Report 17/2023, ISBN 978-82-8296-751-8 by authors Kristin Beate Hansen, Stein Harris Olsen and Margrethe Esaiassen.

Nofima is a leading Norwegian food research institute that conducts research and development for the aquaculture industry, the fishing industry and the food industry. 

The translation of the report from English to Portuguese, is conducted on behalf of The Norwegian Seafood Federation. Nofima cannot take responsibility of any errors that may occur in the translation from English to Portuguese.

## **Abreviações**

CSW – Água do mar resfriada

TVB-N – Nitrogênio básico volátil

Na<sup>+</sup> – Sódio

NaCl – Sal comum (cloreto de sódio)

NSS - Desova na primavera norueguesa

IMR - Instituto de Pesquisa Marinha

RFW – Água doce refrigerada

RSW – Água do mar refrigerada

## Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Execução do projeto</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Teor de sal no arenque</b>	<b>3</b>
3.1	Variações naturais no teor de sal	3
3.2	Regulação de sal no arenque vivo	3
<b>4</b>	<b>Pesca e manuseio do pescado – impacto no teor de sal</b>	<b>4</b>
4.1	Pesca	4
4.1.1	Arrasto pelágico	4
4.1.2	Redes de cerco com retenida	4
4.2	Carregando e descarregando o pescado	5
4.3	Resfriamento	5
4.3.1	Assimilação do sal durante o armazenamento em RSW	7
4.3.2	Resfriamento em relação ao uso comercial alternativo da captura	7
<b>5</b>	<b>Como a amostragem afeta os resultados</b>	<b>9</b>
5.1	Amostragem e métodos utilizados na Noruega e no Brasil para determinar o teor de sal no arenque	9
5.2	Análises dos ingredientes utilizados para farinha e óleo	10
<b>6</b>	<b>Discussão</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>Conclusão</b>	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>Referências</b>	<b>16</b>

# 1 Introdução

Esta é uma tradução do Relatório 8/2023, ISBN 978-82-8296-743-3

O arenque do Atlântico (*Clupea harengus*), também conhecido como "a prata do mar", é um recurso importante na Noruega. É um importante peixe-alimento, e grande parte dos pescados desembarcados é exportada (Norges Sjømatråd, 2023; Pethon & Nyström, 2019). O Brasil é um dos países que importam arenque da Noruega. No entanto, as exportações para o Brasil têm enfrentado alguns desafios, principalmente relacionados ao teor de sal. Em 2017, o Brasil estabeleceu um valor limite para o sal, medido em volume de Na<sup>+</sup>, de 134 mg/100 g de peixe natural. Os exportadores noruegueses de arenque e de outras espécies pelágicas registam frequentemente medições do teor de sal superiores a 134 mg/100 g. Quando as autoridades brasileiras identificam um teor de Na<sup>+</sup> que excede o valor-limite, o carregamento deve ser destruído ou devolvido. Este valor-limite é considerado irrealisticamente baixo e cria problemas para a exportação de arenque e de peixes pelágicos para o Brasil, nomeadamente arenque natural congelado redondo inteiro. Por conseguinte, é necessário examinar a literatura e outra documentação que apresente o teor de sal no arenque natural e explique como o teor de sal é afetado pelas variações naturais e pelas condições de captura e armazenamento.

Este relatório centra-se nos seguintes aspectos:

- Teor natural de sal no arenque vivo
- A regulação da osmose do arenque durante e após o stress
- O impacto do manuseio dos pescados no teor de sal
- Métodos de recolha de amostras

## **2 Execução do projeto**

Inicialmente, foi efetuada uma revisão da literatura para determinar o que tinha sido documentado em estudos anteriores, em relação ao teor de sal no arenque. A revisão abrangeu tanto relatórios de investigação quanto artigos científicos. O Instituto Norueguês de Investigação Marinha, a Federação Norueguesa de Frutos do Mar e a Organização de Pescadores Noruegueses para Vendas de Peixes Pelágicos (Sildesalgslaget) também forneceram informações relevantes.

A Sildesalgslaget e a Biolab contribuíram com dados de análises do teor de sal no arenque do mar do Norte e no arenque de desova na primavera norueguesa (NSS) realizadas na Noruega no período de 2018-22. No total, 868 amostras foram disponibilizadas para este trabalho e o Microsoft Excel foi utilizado para processar e visualizar os dados. O Aspen Unscrambler™ versão 11.0 foi utilizado para executar uma análise PLS (Regressão Parcial de Mínimos Quadrados / Partial Least Square Regression) com o Teste de Incerteza de Martens (Martens & Martens, 2001) para estabelecer se a temperatura da matéria-prima durante o descarregamento, o método de conservação utilizado a bordo, o tamanho do pescado e os dias de armazenamento em RSW influenciaram o teor de sal do arenque.

## 3 Teor de sal no arenque

### 3.1 Variações naturais do teor de sal

Uma nota consultiva da Estação de Investigação de Torry (Murray & Burt, 1969) inclui um resumo simplificado da composição química de mais de 50 espécies de peixes e crustáceos que foram desembarcados ou importados para o Reino Unido. O teor médio de sal para todas as espécies é indicado como **72 mg Na+/100 g**, com uma variação de **30 a 134 mg Na+/100 g** de peixe. No entanto, Murray & Burt (1969) sublinham que o teor de minerais indicado deve ser visto apenas como um guia aproximado e que não pode ser considerado como uma análise pormenorizada para cada espécie.

Sidwell *et al.* (1977) resumiram os dados de 128 trabalhos sobre temas que incluíam a análise do sódio em 161 espécies marinhas comuns. Os trabalhos demonstraram grandes variações nos valores medidos dentro da mesma espécie e referiram que o teor de sal do arenque se situava entre **49 e 183 mg Na+/100 g** de peixe, com um valor médio de **103 mg Na+/100 g** de peixe. Sidwell *et al.* (1977) demonstraram que as grandes variações no teor de sódio podem ser atribuídas, em parte, ao fato de terem sido utilizados métodos diferentes para determinar o teor de sal e que as variações nos minerais podem também ser atribuídas à idade, ao tamanho, ao sexo e às variações sazonais.

O Instituto de Investigação Marinha (IMR) conduziu análises do teor de sal no músculo do arenque (filé) em 2020 (NIFES, 2023). Mediram uma média de **103 mg Na+/100 g** de filé de arenque (N=121). A medição mais baixa foi de **51 mg Na+/100 g** e a mais alta foi de **240 mg Na+/100 g**. Isto indica que o teor de sal pode variar muito entre peixes individuais.

O teor de gordura dos peixes gordos varia significativamente durante o ano, e o teor de gordura do arenque varia entre 0,4 e 30% (Murray & Burt, 1969; Sidwell *et al.*, 1974; Sikorski, 1990; Slotte, 1999). No entanto, o total de água e gordura mantém-se relativamente estável, em cerca de 80% ao longo do ano. Como o sal é solúvel na água, mas não na gordura, é provável que haja variações apreciáveis na quantidade de sal por 100 g de peixe, dependendo da estação do ano.

O teor de sal também varia de acordo com o ponto do peixe em que a amostra é colhida. Por exemplo, as concentrações de sal são mais elevadas na cabeça, à volta das guelras e nas partes do peixe que contêm pouca gordura (Olsen *et al.*, 2012; Tenningen *et al.*, 2012; Wu *et al.*, 2022).

### 3.2 Regulação do sal no arenque vivo

Os peixes demonstram diferentes estratégias para lidar com o equilíbrio de sal no ambiente em que vivem. Os peixes marinhos vivem em concentrações de sal que são aproximadamente três vezes superiores à sua concentração interna de sal. Sem mecanismos para manter a sua concentração interna de sal mais baixa do que a do seu ambiente externo, estes peixes não poderiam sobreviver.

Quando os peixes marinhos bebem água do mar, assimilam íons de sódio e cloreto da água do mar para o seu sangue por meio do esôfago, de onde esses íons são transportados para as brânquias, para serem excretados de volta para o mar. Os peixes também respiram através das guelras e, quando aumentam o seu nível de atividade, os seus sistemas dão prioridade à respiração em detrimento da excreção de sal. Uma vez terminado o período de maior atividade, os peixes precisam de tempo para recuperar e restabelecer o equilíbrio água/sal através da expulsão dos íons de sal supérfluos. Este aumento do nível de atividade pode, por exemplo, ser causado pelo stress que os peixes sofrem devido à sua captura (Farrell, 2011).

## 4 Pesca e manuseio do pescado - impacto no teor de sal

Como mencionado anteriormente, haverá grandes variações naturais no teor de sal do arenque, e a operação de pesca causa estresse que, por sua vez, afetará o teor natural de sal no corpo do peixe. O armazenamento na água do mar também afetará o teor de sal. Se os peixes forem deixados na água do mar por tempo suficiente depois de mortos, a concentração interna de sal se equilibrará gradualmente com o meio circundante, já que os peixes mortos não secretam sal em seu ambiente. Assim, a concentração de sal no arenque se aproximará da concentração da água do mar durante o período de armazenamento.

### 4.1 Pesca

#### 4.1.1 Arrasto pelágico

Essa forma de pesca de arrasto geralmente dura cerca de duas horas. Se o cardume de peixes estiver densamente compactado, a operação pode ser concluída em 10 a 20 minutos, mas se os peixes estiverem espalhados em uma área maior, pode levar até cinco horas para que a captura seja bombeada para bordo (Burt *et al.*, 1992; "Kvalitetshåndbok for pelagisk fisk", 2011). As observações indicam que, durante a pesca de arrasto do arenque, os peixes nadam vigorosamente e colidem tanto com a rede de arrasto quanto com outros peixes. Isso faz com que os peixes fiquem estressados e exaustos. Também leva à perda de escamas e a danos à camada de muco e à pele (Olsen *et al.*, 2012; Suuronen *et al.*, 1996). As taxas de mortalidade são muito mais altas durante a pesca de arrasto do que quando são usadas redes de cerco com retenida. Isso ocorre porque os peixes ficam exaustos ao tentarem escapar da rede de arrasto e porque os peixes que são esmagados no fundo da rede de arrasto têm dificuldade para respirar se não houver espaço suficiente para moverem suas guelras. Os peixes que morrem no equipamento de pesca na fase inicial da operação de arrasto podem assimilar um pouco de sal antes que o processo de arrasto seja concluído (Digre & Hansen, 2005). Tanto o estresse quanto os danos à pele/escamas do peixe podem afetar o volume de sal e a assimilação de sal durante o armazenamento.

#### 4.1.2 Redes de cerco com retenida

Quando são usadas redes de cerco com retenida, o cardume de peixes é cercado pela rede antes que o fundo da rede seja fechado. Esse processo é considerado um método muito menos prejudicial para a captura de peixes. Os peixes só tomam conhecimento do processo quando a rede é puxada para amontoar os peixes, de modo que a captura possa ser bombeada para bordo com facilidade e eficiência. A intensidade com que os peixes são amontoados - e por quanto tempo - depende do tamanho da captura e da capacidade da embarcação. Quando os peixes ficam amontoados, eles geralmente ficam tão apertados que a água ao redor deles fica sem oxigênio. Isso estressa os peixes, e muitos deles morrem se a fase de aglomeração for intensa e durar muito tempo. O apinhamento intenso e prolongado pode causar perda significativa de escamas nos peixes. No caso de grandes capturas, a fase de aglomeração pode durar mais de uma hora. As observações de aglomeração indicam que a mortalidade pode começar em apenas 10 minutos (Huse & Vold, 2010; Tenningen *et al.*, 2012; Tveit *et al.*, 2017). Em testes nos quais os arenques foram amontoados em uma rede e depois permitiram que se recuperassem, as amostras de sangue revelaram níveis elevados de íons de sal por vários dias após o amontoamento (Tenningen *et al.*, 2012)



Figura 1: Pesca com uma rede de cerco com retenida (Foto: Bruno Barracuda)

## 4.2 Carregamento e descarregamento das capturas

Os peixes são bombeados do equipamento de pesca para a embarcação. Quando o peixe é bombeado da rede de cerco com retenida, a maioria dos peixes está normalmente viva durante os primeiros minutos do bombeamento. À medida que o tempo passa durante o carregamento, regista-se uma proporção crescente de peixes mortos na rede de cerco com retenida. O grau de não danificação do processo de bombeamento depende do tipo de bombeamento, do volume de pescado e do nível de aglomeração. A capacidade de bombeamento, a pressão e a velocidade, a altura de elevação, o diâmetro da bomba e das mangueiras de bombeamento, e o ângulo da curva através da qual os peixes passam podem influenciar os danos sofridos pelos peixes. Não é raro observar vários tipos de danos no sangue (extravasamento para os músculos, em maior ou menor grau), pancadas e lesões por esmagamento resultantes do carregamento e descarregamento do pescado (Heia *et al.*, 2013; Roth *et al.*, 2013). Os peixes que sobrevivem à captura e ao bombeamento morrem quando entram no tanque de refrigeração. Na entrega, os peixes são bombeados para fora do barco e para o centro de desembarque de peixes (Aursand *et al.*, 2012; Tveit *et al.*, 2017). Não se sabe se o bombeamento tem um efeito sobre o teor de sal do peixe, a não ser como resultado do stress do processo em peixes vivos. No caso de ferimentos mais graves nos peixes durante o carregamento e o descarregamento, pode haver locais onde a água do mar pode penetrar mais facilmente nos peixes durante o subsequente esfriamento da água do mar.

## 4.3 Resfriamento

É essencial resfriar as capturas rapidamente após o peixe ter sido trazido para bordo da embarcação, a fim de assegurar a melhor qualidade possível e a durabilidade até o processamento (Burt *et al.*, 1992; Mallikage, 2001; Nielsen & Hyldig, 2004). O peixe destinado ao consumo humano deve ser resfriado a menos de 3 °C nas 6 horas seguintes à captura e a menos de 0 °C nas 16 horas seguintes (Norges sildesalgslag, 2022). As capturas pesam frequentemente 50-100 toneladas e não é raro que a

temperatura seja de cerca de 8 -10 °C quando a captura é trazida para bordo. É necessária uma grande quantidade de energia para resfriar volumes tão grandes até cerca de 0 °C. Para lidar com esta situação, a pesca do arenque norueguesa utiliza normalmente RSW (água do mar refrigerada). O sal da água do mar permite resfriar a água até menos de 0 °C, o que é um bom ponto de partida quando o objetivo é reduzir a temperatura do pescado o mais rapidamente possível.

Algumas embarcações utilizam CSW (água do mar resfriada), que é água do mar misturada com gelo, ou RFW (Água Doce Refrigerada), que é água doce refrigerada, para as capturas individuais de arenque e para a armazenagem refrigerada de outras espécies pelágicas. Devido à osmose, os peixes armazenados em água doce assimilam alguma água, o que faz com que tenham um teor de sal mais baixo, enquanto os peixes armazenados em água do mar têm um teor de sal mais elevado. **O tempo passado** no tanque afetará a quantidade de sal que o peixe assimila da água do mar (Figura 2). O teor de sal na água do mar será um pouco mais baixo do que quando se utiliza água do mar pura, mas os peixes armazenados na água do mar continuarão a assimilar algum sal (Aursand *et al.*, 2012; Mallikage, 2001; Widell & Nordtvedt, 2016).

**O nível de enchimento do peixe** em relação à água do mar nos tanques afetará a quantidade de sal disponível para cada peixe individual assimilar, o que naturalmente afetará a assimilação de sal e a quantidade de sal no peixe quando a captura for descarregada. É comum trabalhar com níveis de enchimento de cerca de 60% de peixe e 40% de água se o peixe se destinar ao consumo humano. Se a captura se destinar a ser transformada em farinha e óleo de peixe, é mais comum encher os tanques com 70-90% de peixe. Níveis de enchimento mais baixos permitem uma boa circulação da água à volta do peixe, um bom resfriamento e, conseqüentemente, uma melhor qualidade. Níveis de enchimento mais baixos também disponibilizam mais sal, de modo que os peixes destinados ao consumo humano provavelmente atingirão uma concentração de sal mais alta do que os peixes destinados à transformação em farinha e óleo de peixe, se ambos passarem a mesma quantidade de tempo em RSW (Widell & Nordtvedt, 2016).

A salinidade da RSW não é normalizada, mas a menos que seja adicionado sal extra à água, a salinidade será a mesma que no mar de onde a água do mar foi extraída. Na Baía de Bótnia ou no Mar Báltico, por exemplo, a salinidade será mais baixa do que no Mar do Norte ou no Mar da Noruega. A salinidade na Baía de Bótnia é inferior a 0,5%, enquanto em águas abertas é de cerca de 3,5%. Os resultados de vários testes mostraram que o teor de sal do arenque do Báltico era inferior ao do arenque do Atlântico (Breen, 2003; Hattula *et al.*, 2002; Tahvonen *et al.*, 2000).

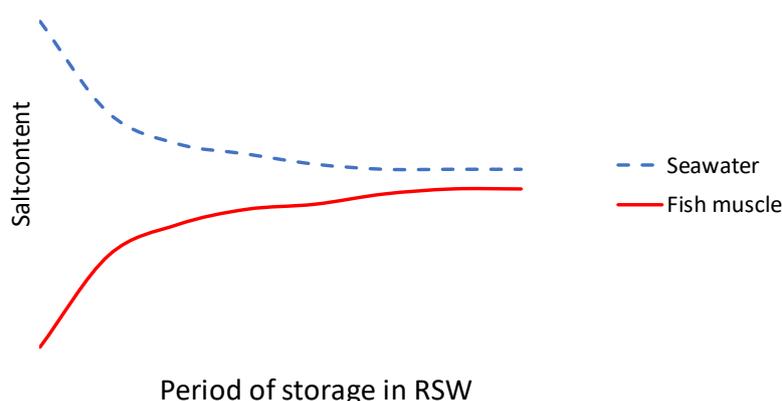


Figura 2: Esta figura mostra uma representação teórica das mudanças no teor de sal no músculo do peixe e na água do mar durante o armazenamento em RSW. O teor de sal da água do mar e do músculo do peixe se igualará gradualmente durante o período de armazenamento.

#### 4.3.1 Assimilação do sal durante o armazenamento em RSW

A rapidez com que os peixes assimilam o sal e obtêm níveis de conteúdo iguais aos de seu entorno depende do tempo de armazenamento em RSW e do tamanho do peixe. Esse processo de equalização leva menos tempo em peixes pequenos do que em peixes maiores. Além disso, a assimilação de sal é mais rápida no início, quando a diferença entre o teor de sal do peixe e o da água é maior (Perigreen *et al.*, 1975). A assimilação de sal é mensurável após apenas algumas horas na RSW. A assimilação de sal durante o armazenamento não é distribuída uniformemente em todas as partes do peixe. A parte do peixe que está mais próxima da água do mar apresentou concentrações de sódio significativamente mais altas do que as partes internas do peixe. A diferença na concentração entre as diferentes partes do peixe é mensurável após apenas algumas horas em RSW, e essa diferença aumenta durante o processo de armazenamento (MacLeod *et al.*, 1960).

#### 4.3.2 Resfriamento em relação ao uso comercial alternativo da captura

A forma como o peixe é resfriado varia de acordo com o uso comercial pretendido. Se o peixe for destinado ao consumo humano, ele estará sujeito a requisitos de qualidade completamente diferentes daqueles que se aplicam ao peixe usado para farinha/óleo. A temperatura dos peixes para consumo humano é verificada desde a captura até a entrega. É essencial que haja resfriamento suficiente a bordo para garantir que a captura seja adequada para o consumo humano. Todos os peixes destinados ao consumo humano são inicialmente resfriados a bordo das embarcações, o que também se aplica aos peixes que serão processados, embalados e congelados para recomercialização. Por esse motivo, é de se esperar que o teor de sal do arenque congelado seja o mesmo do arenque fresco (Norges sildesalgslag, 2022).

Os peixes industriais destinados à produção de farinha e óleo são verificados quanto ao teor de sal e de nitrogênio básico volátil total (TVB-N), pois os valores-limite se aplicam a esses teores. Os valores-limite são 0,75% de NaCl/100 g de peixe e 31 mg de TVB-N/100 g de peixe, e a ultrapassagem desses valores resulta em uma redução do preço do pescado. Portanto, são aplicadas medidas tangíveis para evitar que os valores-limite sejam ultrapassados, a fim de manter o preço do pescado o mais alto possível (Norges sildesalgslag, 2023).

É caro manter uma instalação RSW em funcionamento e, quanto mais baixa a temperatura necessária para a captura, mais energia é necessária. No caso de peixes industriais, é possível economizar ao não manter a temperatura da captura tão baixa quanto a necessária para peixes destinados ao consumo humano. Muitas vezes, adiciona-se água doce ao RSW para manter o teor de sal da captura abaixo do valor limite. Como mencionado anteriormente, também é comum trabalhar com níveis de enchimento mais altos quando os tanques estão cheios de peixes industriais, o que também resulta em menos sal disponível para os peixes assimilarem. O sal no RSW leva a um crescimento bacteriano mais lento em comparação com o armazenamento no RFW. Tanto a temperatura mais alta de armazenamento quanto a salinidade reduzida durante o resfriamento podem causar um crescimento bacteriano mais rápido. O Nitrogênio Básico Volátil Total (TVB-N) é formado durante a decomposição bacteriana de substâncias extrativas contendo nitrogênio e proteína no músculo do peixe. Isso significa que, a cada dia de armazenamento - ou se o resfriamento for insuficiente -, mais TVB-N se desenvolverá no arenque, e o valor da captura diminuirá. O crescimento bacteriano pode ser inibido durante o armazenamento de peixes industriais com a adição de vinagre ao meio de resfriamento (Malle & Poumeyrol, 1989; Mallikage, 2001; Widell & Nordtvedt, 2016). Isso não pode ser feito no caso de peixes para consumo humano.

## 5 Como a amostragem afeta os resultados

Os resultados da amostragem e da determinação do sal serão afetados pelos métodos utilizados. Na literatura examinada, foram identificadas diferenças no teor de sal do peixe, dependendo da parte do peixe processada para a amostra e do método de análise utilizado.

Com relação à preparação do material da amostra antes da análise, a maior diferença no material examinado foi que alguns operadores moem o peixe inteiro para análise, enquanto outros usam apenas o músculo (o filé) do peixe para análise. Isso afeta os resultados porque há concentrações muito mais altas de sal na cabeça, nas guelras, no estômago e nos intestinos do que no próprio filé. (Wu *et al.*, 2022). Egerton *et al.* (2020) examinaram o teor de sal em três espécies de peixe, entre elas o arenque. Eles congelaram o peixe imediatamente a -20 °C a bordo do navio. Em seu exame, o peixe inteiro foi homogeneizado antes da análise do teor de sal. Eles mediram 218 mg Na<sup>+</sup>/100 g de peixe. Quando o Instituto de Pesquisa Marinha (IMR) realizou análises do teor de sal no músculo (filé) do arenque em 2020 (NIFES, 2023), eles mediram uma média de 103 mg Na<sup>+</sup>/100 g de filé. O IMR usou a análise ICP-MS - um método espectrométrico - para medir o teor de sódio do filé. Isso demonstra que podem surgir diferenças significativas, dependendo se o teor de sal é medido no peixe inteiro ou se apenas partes selecionadas do peixe são analisadas.

### 5.1 Amostragem e métodos utilizados na Noruega e no Brasil para determinar o teor de sal no arenque

Existem várias organizações que desenvolvem métodos de análise. A Biolab (Nofima, Bergen), que analisa as amostras na Noruega, e as autoridades no Brasil usam métodos desenvolvidos pela "Association of Analytical Communities (AOAC)". Essa organização é uma desenvolvedora independente de métodos de análise, e os métodos usados atualmente podem ser encontrados em [www.AOAC.org](http://www.AOAC.org).

**No Brasil**, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento decidiu o que deve ser amostrado e quais métodos devem ser aplicados. Esses métodos estão descritos nos Métodos Oficiais para Análise de Produtos de Origem Animal. A seção 5 descreve a amostragem de peixes e produtos de peixe, e a subseção 5.24 estipula o método a ser usado para analisar o teor de sódio em peixes. As amostras são preparadas de acordo com a norma AOAC 937.07, em que os peixes são limpos para remover determinadas partes antes de as amostras serem excisadas. As amostras selecionadas do peixe são moídas antes que o teor de sódio do músculo seja determinado de acordo com o método descrito na AOAC 969.23.

Não foi possível acessar os resultados históricos das análises realizadas em arenque norueguês no Brasil para estabelecer um quadro mais amplo do teor de sal medido em peixes naquele país, mas obtivemos os resultados da análise de um único caso específico. As medições de arenque natural congelado exportado da Noruega revelaram um teor de 169 mg de sódio/100 g de filé. O importador, portanto, solicitou uma nova análise da mesma amostra, e o resultado da nova amostra foi de 213 mg/100 g de filé.

**Na Noruega**, a prática é cumprir a Circular 14/14: Diretrizes para verificação de ingredientes e instruções para amostragem. Essas diretrizes descrevem o que deve ser amostrado e como o material para a amostra deve ser extraído. Somente peixes pelágicos destinados à produção de farinha e óleo devem ser verificados de acordo com essas diretrizes. A Biolab analisa as amostras seguindo o método AOAC 937,09, no qual as amostras são analisadas quanto ao cloreto de sódio (NaCl), também conhecido como sal comum. Na Noruega, a Biolab recebe uma massa de peixe moída que consiste em um peixe inteiro, ou seja, incluindo a cabeça, os intestinos, a pele, os ossos e as barbatanas. No

momento, não é realizada nenhuma verificação de rotina dos níveis de sal no arenque natural destinado ao consumo humano.

## 5.2 Análise dos ingredientes utilizados para farinha e óleo

Dessa forma, dois métodos diferentes são usados para as análises. O método de amostragem usado em peixes industriais na Noruega pode resultar em valores ligeiramente mais altos de teor de sal do que o método usado em amostras de peixes para consumo humano no Brasil. Além disso, diferenças no manuseio e resfriamento da captura de peixes para consumo humano podem fazer com que esses peixes contenham mais sal do que os peixes provenientes da pesca industrial. Examinamos as análises realizadas em peixes industriais. Embora os resultados não sejam diretamente comparáveis, eles fornecem uma boa indicação dos níveis de sal esperados em peixes para consumo humano.

A Biolab analisou o teor de sal em 868 capturas de arenque NSS (desova na primavera norueguesa) e arenque do Mar do Norte do período de janeiro de 2018 a janeiro de 2023 (com base em dados da Organização de Pescadores Noruegueses para Vendas de Peixes Pelágicos (*Sildesalgslaget*) e da Biolab). Dessas, 751 capturas foram resfriadas usando RSW e 82 foram resfriadas com RFW. As capturas resfriadas por outros métodos (35) não foram incluídas. Os resultados são mostrados na Figura 3, que apresenta a quantidade desembarcada, dividida pelo teor de sal no peixe. A linha preta indica o valor limite estabelecido no Brasil, e somente as capturas à esquerda dessa linha estariam dentro do limite. Portanto, a grande maioria das capturas seria rejeitada, e o teor de sal seria muito alto, mesmo na maioria das capturas relatadas como resfriadas em água doce.

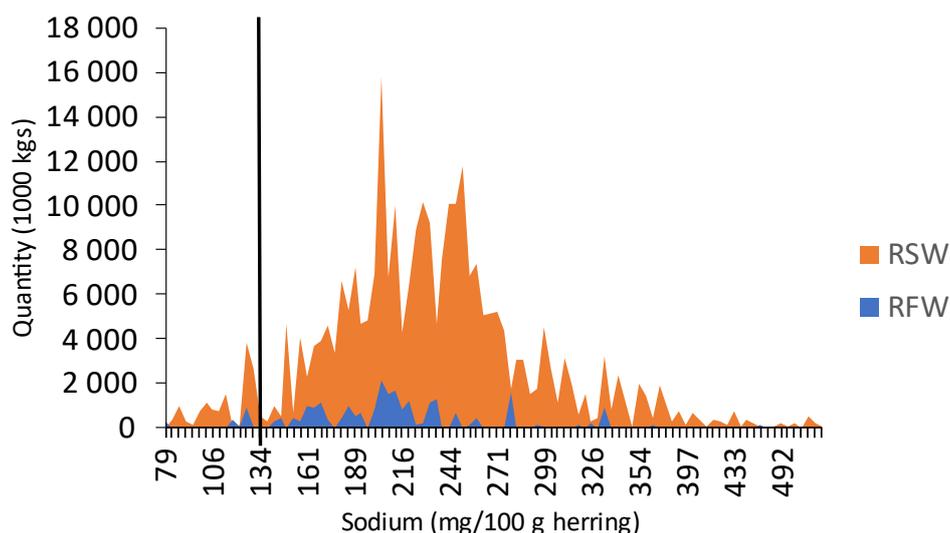


Figura 3: Quantidade de arenque industrial resfriado em RSW (laranja) e RFW (azul) desembarcado no período de 2018 a 2023, dividido pelo teor de sódio na captura. O valor limite do Brasil de 134 mg/100 g de filé está marcado com uma linha preta.

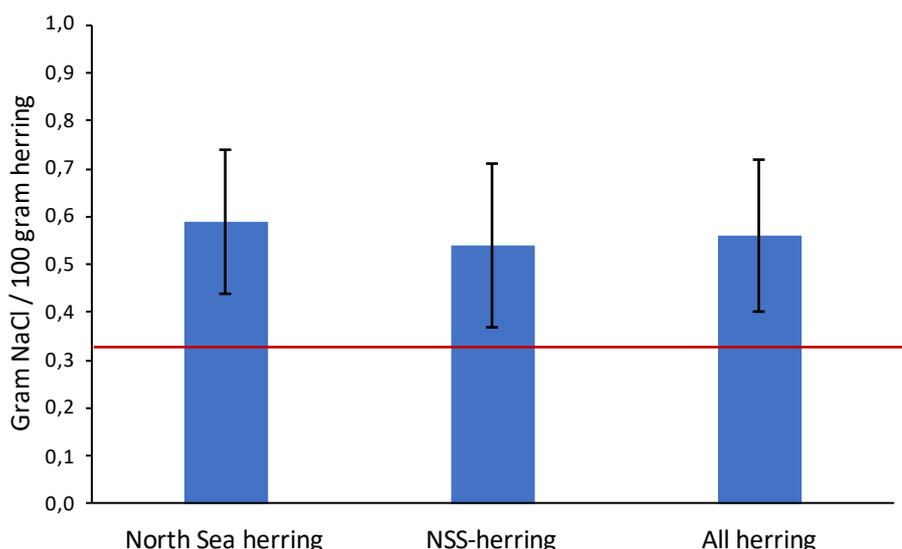


Figura 4: Teor médio de sal (g NaCl por 100 g de peixe) no arenque entregue para a produção de farinha e óleo de peixe em 2022. O valor limite para o teor de sal no Brasil está marcado com uma linha vermelha.

Em 2022, um total de 225 análises foram realizadas no arenque NSS e 133 no arenque do Mar do Norte, perfazendo um total de 358 análises (com base em dados da Organização de Pescadores Noruegueses para Vendas de Peixes Pelágicos (Sildesalgslaget) e da Biolab). Os resultados dessas análises são apresentados na Figura 4. A linha vermelha na figura indica o valor limite do Brasil de 0,134 g de sódio (Na<sup>+</sup>) convertido em quantidade de NaCl por 100 g de peixe: 0,335 g. Como mostra a figura, o valor médio para todos os arenques - tanto os do Mar do Norte quanto os do NSS - está claramente acima do valor limite estabelecido pelo Brasil. Os valores mais baixos medidos ficaram apenas um pouco abaixo do valor limite (0,25% para o arenque do Mar do Norte e 0,2% para o arenque NSS), enquanto os valores médios foram 0,59% e 0,54%, e os valores mais altos, 1,16% e 1,1% para as respectivas espécies).

A Figura 5 mostra como o teor de sal nas amostras de 2022 muda em consequência do tempo de armazenamento em RSW. Como a figura demonstra, o teor de sal no peixe aumenta de acordo com o tempo de resfriamento em RSW. Já no Dia 0, há uma variação significativa no teor de sal e, se o valor limite brasileiro for usado como base, várias capturas apresentaram um teor de sal que já era muito alto no momento em que a captura foi feita. Aqui, é importante observar que, embora o teor de sal do peixe aumente de acordo com o tempo de armazenamento, ainda há uma variação significativa na quantidade de sal contida no peixe. Isso pode ser devido ao fato de que, quando o peixe é destinado ao processamento em farinha e óleo de peixe, às vezes é adicionada água doce à RSW para reduzir a quantidade de sal na água - e, portanto, na captura. Além disso, pode haver grandes variações no nível de enchimento (70-90% de peixes) nos tanques de RSW entre as diferentes capturas, um fator que também afeta a quantidade de sal nos peixes.

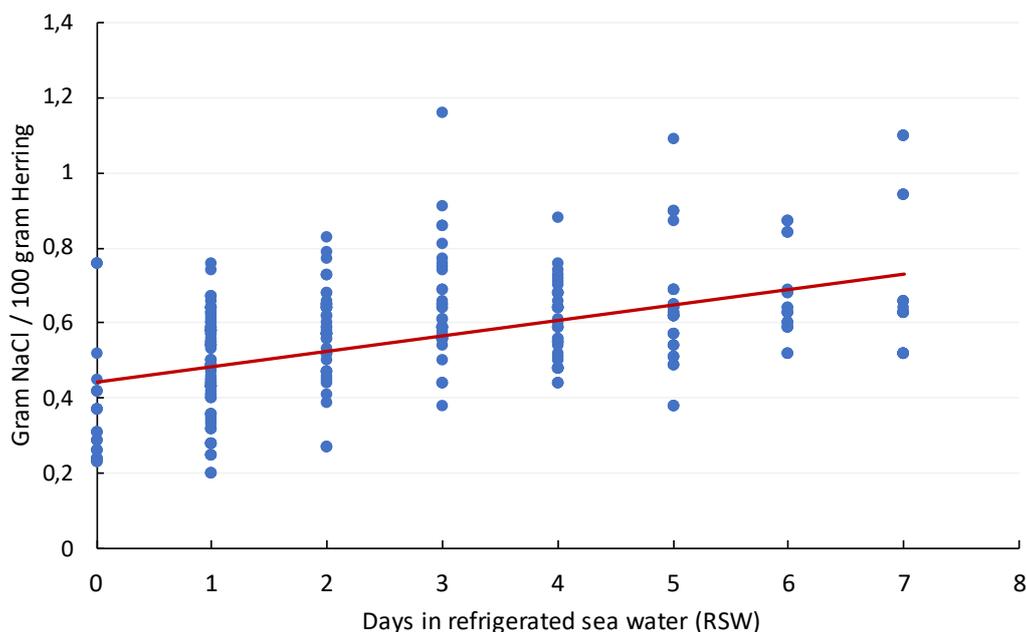


Figura 5: Alterações medidas no teor de sal (NaCl) do arenque durante o armazenamento em RSW. A figura se baseia em dados da Organização de Pescadores Noruegueses para Vendas de Peixes Pelágicos (Sildesalgslaget) e da Biolab.

Foi realizada uma análise de regressão PLS (Regressão Parcial de Mínimos Quadrados) para examinar o que tem maior efeito sobre o teor de sal no arenque (conjunto de dados de 2022) entre RSW, temperatura da captura no descarregamento, porcentagem de gordura, matéria seca sem gordura, nitrogênio básico volátil (TVB-N) e tamanho da captura. Os resultados são apresentados na Figura 6. As variáveis que são significativas para o teor de sal no arenque estão marcadas com um anel preto ao redor dos pontos azuis na figura. O número de dias na RSW e o tamanho (quantidade) da captura são os fatores de maior importância para o teor de sal. O teor de sal e a temperatura da captura no momento do descarregamento têm correlação inversa. Isso significa que, quando a temperatura na entrega é alta, espera-se um baixo teor de sal. A razão para isso é provavelmente a falta de armazenamento curto ou total no RSW, já que os arenques entregues em uma temperatura alta foram normalmente entregues no próprio dia da captura ou no dia seguinte. O TVB-N também se correlaciona com o teor de sal, mas não tão fortemente quanto os dias em RSW e a quantidade. Um teor mais alto de TVB-N é acompanhado por um teor mais alto de sal.

Quanto à porcentagem de gordura, ela também se correlaciona com a porcentagem de sal, mas não tanto quanto os dias de RSW, a quantidade e a temperatura. Parte do motivo da correlação mais baixa pode ser a variação relativamente pequena no material de dados com relação à quantidade de gordura no arenque e entre as diferentes capturas.

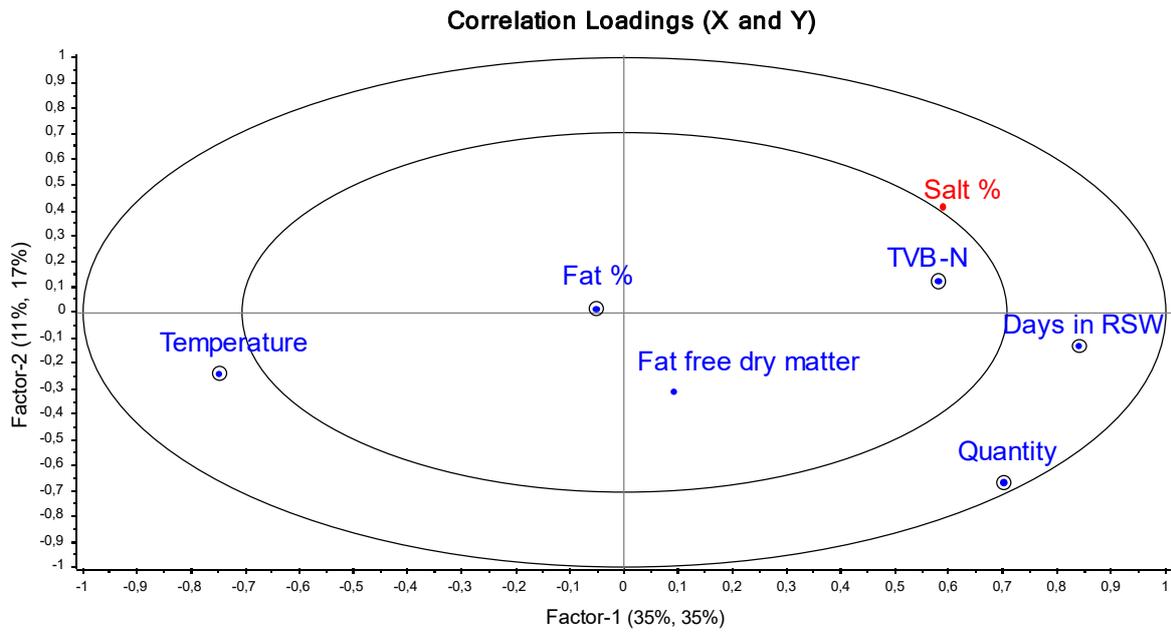


Figura 6: Cargas de correlação (X e Y) em que as variáveis X (escritas em azul) são examinadas quanto à correlação com Y - teor de sal (escrito em vermelho) - em arenque destinado à produção de farinha e óleo de peixe. Os pontos das variáveis significativas estão circulados na figura.

## 6 Discussão

Os requisitos de qualidade aplicáveis aos peixes destinados à produção de farinha e óleo de peixe são diferentes dos aplicados aos peixes destinados ao consumo humano. Isso afeta o manuseio da captura a bordo e, portanto, o teor de sal no peixe.

O resfriamento de peixes em RSW é uma etapa necessária no processo para preservar a qualidade dos peixes pelágicos. Isso possibilita o transporte de grandes volumes de peixe do ponto de captura para as instalações de recepção de maneira eficiente e menos prejudicial, de modo que a qualidade inerente do peixe não seja afetada de forma significativa. Isso é essencial para garantir que a qualidade do peixe permaneça suficiente para o consumo humano. A pesca norueguesa de arenque geralmente é realizada a uma boa distância da terra, o que significa que as capturas podem ser armazenadas em RSW por vários dias antes da entrega. Isso, por sua vez, significa que a assimilação de sal no peixe é inevitável. Os arenques destinados ao consumo humano não são analisados quanto ao teor de sal, portanto, não se sabe a quantidade de sal contida nesses peixes.

O estresse causa um aumento nos íons de sal no sangue dos arenques, e o nível pode continuar a subir por vários dias após a causa do estresse ter cessado (Tenningen *et al.*, 2012). Não está claro se o teor de sal em peixes que foram submetidos a estresse excederá os valores que Murray & Burt (1969) ou Sidwell *et al.* (1977) declararam como variações normais. As pesquisas sobre fisiologia e bem-estar dos peixes têm se concentrado no nível de íons de sal no sangue dos peixes, e não no teor de sal em todo o peixe. O arenque e outros peixes pelágicos de tamanho relativamente pequeno não são sangrados, o que significa que o sangue permanece como parte do peixe inteiro. Não há números que mostrem o efeito que isso realmente tem sobre o teor total de sal no peixe.

Este relatório tomou o arenque como base, mas os diferentes fatores que afetam o teor de sal dos peixes também se aplicam a outras espécies de peixes. A regulação natural do sal (regulação por osmose) e o manuseio da captura, que inclui RSW, tempo em RSW e temperatura, afetarão o teor de sal dos peixes. Pode haver diferenças quanto ao grau de influência que as diferentes espécies podem tolerar antes de afetar os íons de sal em seu sangue durante a captura, e pode haver diferenças quanto ao tempo que os peixes levam para se recuperar após essa influência. O que é mais importante para o teor de sal é o tamanho do peixe e o tempo passado na RSW, o que afeta a quantidade de sal que o peixe assimila. Peixes maiores, como salmão, bacalhau e juliana, levam mais tempo para atingir o equilíbrio com o ambiente do que peixes menores, como badejo, anchova, cavala, arenque e espadilha europeia (Chan *et al.*, 2021; Chan *et al.*, 2020; Chaouqy *et al.*, 2008; Joensen *et al.*, 2000; Losnegard, 1992; Nordtvedt & Widell, 2019).

O Brasil introduziu o valor limite de 134 mg de sódio/100 g de filé em 2017 por meio da implementação de um conjunto de regulamentos aplicáveis a produtos congelados. Quando o valor limite é definido como tão baixo quanto os níveis encontrados naturalmente em peixes vivos, parece que o Brasil não está ciente de que, na pesca pelágica norueguesa, as capturas só são resfriadas a bordo dos navios e que o congelamento só ocorre após o desembarque. Portanto, é de se esperar que o arenque natural congelado exportado da Noruega tenha um teor de sal mais alto do que o valor limite declarado de 134 mg de sódio/100 g de filé. Para atingir valores de sódio inferiores a 134 mg/100 g de filé de arenque, uma opção poderia ser congelar o peixe a bordo, imediatamente após a captura, sem primeiro resfriá-lo em RSW.

## 7 Conclusão

O estresse, a captura e o manuseio da captura afetam o teor de sal dos peixes, mas o fator que tem o maior impacto sobre o teor de sal é o resfriamento da captura em água que contém sal. O método mais comumente usado para resfriar peixes pelágicos é o RSW (*Refrigerated Sea Water*, água do mar refrigerada). A quantidade de sal que os peixes assimilam durante o armazenamento varia de acordo com a concentração de sal na água, a quantidade de água no tanque em relação ao volume de peixes, o tamanho dos peixes e o tempo de armazenamento em RSW.

Deve-se realizar um estudo mais amplo sobre a refrigeração de peixes em RSW e como isso afeta o desenvolvimento do volume de sal em arenques, outros peixes pelágicos, peixes brancos e salmonídeos destinados ao consumo humano.

Considerando a forma como a pesca comercial e o transporte de arenque em RSW para instalações de recepção são conduzidos atualmente, os valores-limite para o teor de sal no arenque congelado exportado para o Brasil não são realistas. Não será possível exportar a maior parte do arenque pescado e desembarcado na Noruega para o Brasil para consumo humano, pois os níveis de sal no músculo do peixe da maioria das capturas excederão o valor limite declarado de 134 mg de sódio/100 g de filé de arenque.

## 8 Referências

- Aursand, I.G., Bondø, M.S., Fossum, J.A. & Mathiassen, J.R.B. (2012). Evaluering av laste-/losse-og kjølesystem om bord på pelagisk fartøy Effekt på fangstkvalitet. SINTEF-rapport. (*Evaluation of loading/unloading and the chilling system on board pelagic vessels. Effect on catch quality. SINTEF report.*)
- Breen, O. (2003). Oseanografi (*Oceanography*). Pensumtjeneste publishing house.
- Burt, J.R., Hardy, R., & Whittle, K.J. (1992). *Pelagic fish: the resource and its exploitation*. Fishing News Books Oxford.
- Chan, S.S., Rotabakk, B.T., Lovdal, T., Lerfall, J. & Roth, B. (2021). Skin and vacuum packaging of portioned Atlantic salmon originating from refrigerated seawater or traditional ice storage. *Food Packaging and Shelf Life*, 30. <https://doi.org/ARTN100767>.10.1016/j.foodpack.2021.100767
- Chan, S.S., Roth, B., Jessen, F., Lovdal, T., Jakobsen, A.N. & Lerfall, J. (2020). A comparative study of Atlantic salmon chilled in refrigerated seawater versus on ice: from whole fish to cold-smoked fillets. *Scientific Reports*, 10:1. <https://doi.org/ARTN17160>.10.1038/s41598-020-73302-x
- Chauouq, N E., Gallardo, J.M., El Marrakchi, A. & Aubourg, S.P. (2008). Lipid damage development in anchovy (*Engraulis encrasicolus*) muscle during storage under refrigerated conditions. *Grasas Y Aceites*, 59:4, 309–315. <Go to ISI>://WOS:000260752800001
- Digre, H. & Hansen, U.J. (2005). “Pelagisk kvalitet - fra hav til fat”: forholdet mellom redskap og kvalitet på pelagisk fisk (“*Pelagic quality – from sea to plate*”: the relationship between tools and quality of pelagic fish) (Vol. SFH80 A055019). SINTEF, Fiskeri og havbruk, Foredlingsteknologi (SINTEF, *Fishery and aquaculture, Refinement technology*.)
- Egerton, S., Mannion, D., Culloty, S., Whooley, J., Stanton, C. & Ross, R.P. (2020). The proximate composition of three marine pelagic fish: blue whiting (*Micromesistius poutassou*), boarfish (*Capros aper*) and Atlantic herring (*Clupea harengus*). *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 59:1, 185–200. <https://doi.org/10.15212/ijaf-2020-0112>
- Farrell, A.P. (2011). *Encyclopedia of fish physiology: from genome to environment: Vol. 2: Gas exchange, internal homeostasis, and food uptake* (Vol. 2). Academic Press.
- Hattula, T., Miettinen, H., Luoma, T., Arvola, A., Kettunen, J. & Setälä, J. (2002). Effects of different on-board cooling methods on the microbiological and sensory quality of Baltic herring (*Clupea harengus* L.). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 11:3-4, 167–175.
- Heia, K., Dissing, B., Stormo, S.K. & Olsen, S.H. (2013). Kvalitetsavvik sildefilet. Spektroskopisk karakterisering av blodinnhold. Rapport 22/2013 (*Quality deviations, herring fillet. Spectroscopic characterisation of blood content. Report 22/2013*), Nofima, Tromsø.
- Huse, I. & Vold, A. (2010). Mortality of mackerel (*Scomber scombrus* L.) after pursing and slipping from a purse seine. *Fisheries Research*, 106:1, 54–59. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2010.07.001>
- Joensen, S., Akse, L. & Sørensen, N.K. (2000). Kjølning av fersk fisk – Effekt på vekt og kvalitet. Nofima AS (tidligere Fiskeriforskning). Rapport 21/2000, Fiskeriforskning (Nofima), (*Chilling fresh fish – Effect on weight and quality. Nofima AS (formerly Fishery research). Report 21/2000, Fishery research (Nofima)*), Tromsø
- Kvalitetshåndbok for pelagisk fisk (2011). (*Quality manual for pelagic fish (2011)*).
- Losnegard, N. (1992). Undersøkelse over kvalitet av fisk lagret i kjølt sjøvann og i is. In: Fiskeridirektoratet. (*Examination of quality of fish stored in refrigerated seawater and in ice. In: The Norwegian Directorate of Fisheries.*)
- MacLeod, R., Jones, R. & McBride, J. (1960). Fish storage effects, sodium ion, potassium ion, and weight changes in fish held in refrigerated sea water and other solutions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 8:2, 132–136.
- Malle, P., & Poumeyrol, M. (1989). A New Chemical Criterion for the Quality Control of Fish: Trimethylamine/Total Volatile Basic Nitrogen (%). *Journal of Food Protection*, 52:6, 419–423. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-52.6.419>

- Mallikage, M. (2001). The effect of different cooling systems on quality of pelagic species. *Department of Fisheries and Aquatic Resources, Colombo*.
- Martens, H. & Martens, M. (2001). *Multivariate analysis of quality: an introduction*. John Wiley & Sons.
- Murray, J. & Burt, J.R. (1969). *The composition of fish* (Torry Advisory, Issue. T. r. station. [http://megapesca.com/megashop/Torry%20Advisory%20Notes%20for%20website/Torry\\_Advisory\\_Note\\_No\\_38.htm](http://megapesca.com/megashop/Torry%20Advisory%20Notes%20for%20website/Torry_Advisory_Note_No_38.htm))
- Nielsen, D., & Hyldig, G. (2004). Influence of handling procedures and biological factors on the QIM evaluation of whole herring (*Clupea harengus* L.). *Food Research International*, **37**:10, 975–983.
- NIFES (2023). Sild filet. Havforskningsinstituttet (*Herring fillet. The Norwegian Institute of Marine Research*.) Retrieved 23.03 from <https://sjomatdata.hi.no/#seafood/7357/3>
- Nordtvedt, T.S. & Widell, K.N. (2019). Chilling of pelagic fish onboard Norwegian fishing vessels. *Refrigeration Science and Technology*.
- Norges sildesalgslag (2022). (*The Norwegian Fishermen's Sales Organization for Pelagic Fish*) Behandling av pelagisk råstoff til konsum (*The processing of pelagic material for human consumption*). Retrieved from <https://www.sildelaget.no/media/172663413/2222-behandling-av-pelagisk-raastoff-til-konsum.pdf>
- Norges sildesalgslag (2023) (*The Norwegian Fishermen's Sales Organization for Pelagic Fish*). Særskilte omsetningsbestemmelser for råstoff som anvendes til mel og olje. Norges Sildesalgslag (*Special sales conditions for material used for meal and oil. The Norwegian Fishermen's Sales Organization for Pelagic Fish*) Retrieved from <https://www.sildelaget.no/media/172663588/omsetningsbestemmelser-mel-og-olje-for-2023.pdf>
- Norges Sjømatråd (2023). Månedstatistikk Desember- og årstall 2022 (*The Norwegian Seafood council (2023). Monthly statistics, figures for December and the full year, 2022*). Retrieved 12.01.2023 from <https://sfd-seafood-prod-cdn.azureedge.net/48cdd1/globalassets/markedsinnsikt/apne-rapporter/manedsstatistikk/2022/manedsstatistikk-desember-2022.pdf>
- Olsen, R. E., Oppedal, F., Tenningen, M., & Vold, A. (2012). Physiological response and mortality caused by scale loss in Atlantic herring. *Fisheries Research*, **129**:21, 27–59. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2012.06.007>
- Perigreen, P., Pillai, S.A., Surendran, P. & Govindan, T. (1975). Studies on preservation of fish in refrigerated sea-water. *Fishery Technology*, **12**:2, 105–111 ISSN: 0015-3001.
- Pethon, P., & Nyström, B.O. (2019). *Aschehougs store fiskebok: artsfiske, artsbestemmelse, artsutbredelse. (Aschehoug's big book of fish: fish species, species determination, species spread)*. Aschehoug.
- Roth, B., Heia, K., Skåra, T., Sone, I., Birkeland, S., Jakobsen, R. A., Evensen, T. H. & Akse, L. (2013). Rapport 41/2013 (*Report 41/2013*), Nofima, Tromsø.
- Sidwell, V.D., Buzzell, D.H., Foncannon, P.R. & Smith, A.L. (1977). Composition of Edible Portion of Raw (Fresh or Frozen) Crustaceans, Finfish, and Mollusks .2. Macro-Elements - Sodium, Potassium, Chlorine, Calcium, Phosphorus, and Magnesium. *Marine Fisheries Review*, **39**:1, 1–9. <Go to ISI>://WOS:A1977DA00400001
- Sidwell, V.D., Foncannon, P.R., Moore, N.S. & Bonnet, J.C. (1974). Composition of the edible portion of raw (fresh or frozen) crustaceans, finfish, and mollusks. I. Protein, fat, moisture, ash, carbohydrate, energy value, and cholesterol. *Marine Fisheries Review*, **36**.
- Sikorski, Z.E. (1990). *Seafood: resources, nutritional composition, and preservation*. CRC Press.
- Slotte, A. (1999). Differential utilization of energy during wintering and spawning migration in Norwegian spring-spawning herring. *Journal of Fish Biology*, **54**:2, 338–355. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1999.tb00834.x>
- Suuronen, P., Erickson, D.L. & Orrensalo, A. (1996). Mortality of herring escaping from pelagic trawl codends. *Fisheries Research*, **25**:3, 305–321. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0165-7836\(95\)00446-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0165-7836(95)00446-7)

- Tahvonen, R., Aro, T., Nurmi, J. & Kallio, H. (2000). Mineral Content in Baltic Herring and Baltic Herring Products. *Journal of Food Composition and Analysis*, **13**:6, 893–903. <https://doi.org/https://doi.org/10.1006/jfca.2000.0933>
- Tenningen, M., Vold, A. & Olsen, R.E. (2012). The response of herring to high crowding densities in purse-seines: survival and stress reaction. *Ices Journal of Marine Science*, **69**:8, 1523–1531. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fss114>
- Tveit, G.M., Solvang-Garten, T., Eilertsen, A., & Digre, H. (2017). Utvikling av beste praksis for pumping av pelagisk fisk. (Development of best practice for pumping pelagic fish). SINTEF report OC2017 A-069.
- Widell, K.N., & Nordtvedt, T.S. (2016). Sluttrapport - Optimal kjøling av pelagisk fisk i nedkjølt sjøvann (RSW) ombord Del 2 (forprosjekt) Sintef rapport (*Final report – Optimal chilling of pelagic fish in Refrigerated Sea Water (RSW) on board, Part 2 (Preliminary project)*). SINTEF report). <http://hdl.handle.net/11250/2447978>
- Wu, H. Z., Forghani, B., Abdollahi, M., & Undeland, I. (2022). Five cuts from herring (*Clupea harengus*): Comparison of nutritional and chemical composition between co-product fractions and fillets. *Food Chemistry-X*, **16**. <https://doi.org/ARTN100488> 10.1016/j.fochx.2022.100488