



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DE ALIMENTOS**

**NATÁLIA DA CONCEIÇÃO NOLL**

**DNA *BARCODE* COMO FERRAMENTA MOLECULAR NA  
IDENTIFICAÇÃO DE FRAUDE DE BACALHAU SALGADO  
(*Gadus morhua*, *Gadus macrocephalus* E *Gadus ogac*)  
COMERCIALIZADO EM PORTO ALEGRE, RS, BRASIL**

**PORTO ALEGRE**

**2023**

NATÁLIA DA CONCEIÇÃO NOLL

**DNA *Barcode* como ferramenta molecular na identificação de fraude de bacalhau salgado (*Gadus morhua*, *Gadus macrocephalus* e *Gadus ogac*) comercializado em Porto Alegre, RS, Brasil**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como um dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

**Orientador:** Jeverson Frazzon

**Co-orientadora:** Michele Bertoni Mann

PORTO ALEGRE

2023

#### CIP - Catalogação na Publicação

Noll, Natália da Conceição  
DNAbarcode como ferramenta molecular na  
identificação de fraude de bacalhau salgado (Gadus  
morhua, Gadus macrocephalus e Gadus ogac)  
comercializado em Porto Alegre, RS, Brasil / Natália  
da Conceição Noll. -- 2023.  
58 f.  
Orientador: Jeverson Frasson.

Coorientadora: Michele Bertoni Mann.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia  
de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e  
Tecnologia de Alimentos, Porto Alegre, BR-RS, 2023.

1. DNA barcode. 2. Fraude em pescado. 3. Bacalhau.  
4. Fraude em alimentos. I. Frasson, Jeverson, orient.  
II. Mann, Michele Bertoni, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os  
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

## AGRADECIMENTOS

A presente dissertação de mestrado é o resultado de muitas horas de trabalho no laboratório e de estudo, as quais tiveram o fundamental apoio de pessoas muito importantes.

Primeiramente, agradeço ao meu gentil orientador, Dr. Jeverson Frazzon, pela leveza com que conduziu este período, tornando os desafios de aprendizado e gestão de tempo os mais divertidos possíveis. Sou grata também ao acaso de termos nos encontrado na escolha de orientada e orientador, pois tenho a total certeza de que não poderia ter tido melhor experiência nesta empreitada. Agradeço por respeitar meu ritmo e meus horários e por compreender que, em paralelo com este mestrado, havia uma árdua jornada de quarenta horas semanais de trabalho.

À minha maravilhosa coorientadora, Dra. Michele Mann, sou grata pela paciência em me ensinar biologia molecular, por nunca ter “soltado a minha mão” no laboratório, ao mesmo tempo em que me deixou trabalhar sozinha. Agradeço pela parceria, pelas tardes de aula e mate e por cada voto de incentivo, por cada palavra de apoio, por cada elogio e cada crítica.

Um agradecimento especial ao meu marido, Francisco. Foram muitas as vezes que meu cansaço refletiu em impaciência, muitos os finais de semana em que não fizemos nada de divertido para que eu pudesse estudar e muitas conversas sobre bacalhau, sobre sequenciamento genético, sobre PCR e sobre o quanto eu não aguentava mais. Embora amor, paciência e resiliência estejam previstos em contrato, agradeço por ter sido meu alicerce para chegar até aqui. Prometo que este período será recompensado com igual dedicação, nesses próximos anos em que fará o doutorado.

Finalmente, agradeço a todos os funcionários do PPGCTA e servidores que trabalham no prédio 43212 do Campus do Vale. Todos sempre muito gentis, atenciosos e ágeis quando de solicitações. Agradeço aos incríveis professores das disciplinas que cursei, foi uma honra estar por perto de mentes tão brilhantes. Agradeço à UFRGS, que pela segunda vez me proporcionou ensino de tão alto gabarito, renovando o orgulho em carregar este nome em meu currículo.

## RESUMO

A fraude de produtos de pescado é um problema em nível mundial, especialmente devido às características da cadeia produtiva, que inclui o beneficiamento prévio dos peixes nas embarcações, ainda em alto-mar, além das semelhanças morfológicas entre as espécies, o que pode induzir a erro no momento da seleção do peixe. O bacalhau salgado, importante alimento importado pelo Brasil, sofre ainda com a descaracterização devido ao processo de salga, ao qual é submetido e, posteriormente, com a manipulação nos pontos de venda. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os aspectos legais acerca da comercialização do bacalhau salgado, usando como parâmetros a avaliação da apresentação de venda, a rotulagem e as espécies envolvidas. Ainda, a técnica de DNA barcoding, que consiste da amplificação parcial, por PCR, do gene mitocondrial codificador da citocromo c oxidase (COI) e, posterior sequenciamento do fragmento de DNA amplificado, foi utilizada como ferramenta molecular para a identificação das espécies comercializadas em Porto Alegre. Foram identificados 91% de rótulos não-conformes e 13% de alegações fraudulentas em relação à espécie utilizada. A fim de reduzir a ocorrência de fraudes, é imprescindível a intensificação de ações fiscalizatórias na comercialização de produtos de pescado salgado.

**Palavras-chave:** COI, Consumidor, Pescado, Rotulagem, Bacalhau, DNA barcode, Varejo.

## ABSTRACT

Fish fraud is a problem worldwide, especially due to the characteristics of the production chain, which include the previous processing of fish on the ship, still at sea, in addition to the morphological similarities between the species. Salted cod, an important commodity imported to Brazil, ends up being morphologically mischaracterized due to the salting process, and, later, due to handling by retailers. The aim of present study was to evaluate legal aspects concerning the selling of salted cod, through the evaluation of sale presentation, labeling and species involved. The DNA barcoding sequencing was utilized as a molecular tool. The target was the mitochondrial cytochrome *c* oxidase gene (COI). Labeling problems were observed in 91% of the analyzed products and species substitution was present in 13% of samples collected. Continued inspection actions on products sold by retailers are important to reduce the occurrence of fraud in salted fish products.

**Keywords:** COI, Consumer, Fish products, Mislabeling, DNA barcode, Cod, Retailers.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Esquema hierárquico da classificação taxonômica dos peixes do gênero Gadus..... 13
- Figura 2:** Ilustração de G. morhua (esquerda) e G. macrocephalus (direita). ..... 14
- Figura 3:** Ocorrência das espécies do gênero Gadus: Atlântico e Pacífico Norte, junto ao círculo Polar..... 15
- Figura 4:** salga seca de bacalhau realizada em uma indústria de pescado no Canadá. ....22
- Figura 5:** Comparativo entre o aspecto visual de diversos produtos de bacalhau salgado seco armazenados à temperatura de 4 °C (esquerda) e de 35 °C (direita), após dois anos de estocagem.....24
- Figura 6:** Destaque do rótulo do produto, na caixa original, proveniente do estabelecimento produtor (Portugal), com destino ao estabelecimento importador (Brasil), com destaque para a forma de conservação sob refrigeração (0 °C a +4 °C).....48

## ARTIGO

- Graphic 1:** Percentage of compliant (C) and non-compliant (NC) samples regarding temperature of selling presentation .....41
- Graphic 2:** Percentage of compliant and non-compliant samples regarding label information.....41
- Graphic 3:** Percentage of compliant and non-compliant samples regarding species identification .....44

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabela 1:</b> Nomes populares das espécies de peixes de interesse comercial da família Gadidae.....   | 25 |
| <b>Tabela 2:</b> Nomes populares das espécies de peixes de interesse comercial mais comumente utilizadas na substituição por bacalhau. ....                                | 26 |
| <b>Tabela 3:</b> Índice de Conformidade obtido nas análises realizadas pelo MAPA no Subprograma de Controle Oficial da Fraude por Substituição de Espécies de Pescado..... | 28 |

## ARTIGO

|   |    |
|---|----|
| <b>Table 1:</b> Sample characteristics and label information available at purchase..... | 38 |
| <b>Table 2:</b> Summary of presentation and label evaluation results.....               | 40 |
| <b>Table 3:</b> Sequencing results and BOLD percentage of similarity with samples ..... | 43 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|         |  |
|---------|--|
| AIB     | Associação dos Industriais do Bacalhau   |
| ANVISA  | Agência Nacional de Vigilância Sanitária   |
| BCTP    | Bacalhau de Cura Tradicional Portuguesa  |
| BOLD    | <i>Barcode Of Life Data Systems</i>  |
| COI     | Citocromo-c Oxidase subunidade I   |
| ETG     | Especialidade Tradicional Garantida  |
| FAO     | <i>Food and Agricultural Organization</i> – Organização Mundial para Agricultura e Alimentação                 |
| IN      | Instrução Normativa  |
| ICES    | <i>International Council for the Exploration of the Sea</i> – Conselho Internacional para a Exploração Marinha |
| IUCN    | <i>International Union of Conservation of Nature</i> – União Internacional da Conservação da Natureza          |
| LFDA/GO | Laboratório Federal de Defesa Agropecuária de Goiás  |
| MAPA    | Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  |
| NSC     | <i>Norwegian Seafood Council</i> – Conselho Norueguês de Produtos do Mar                                       |
| PACPOA  | Programa de Avaliação e Conformidade de Produtos de Origem Animal  |
| PCR     | <i>Polymerase Chain Reaction</i> – Reação em Cadeia da Polimerase  |
| RDC     | Resolução da Diretoria Colegiada   |
| RTIQ    | Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade  |
| SES/RS  | Secretaria Estadual da Saúde do Estado do Rio Grande do Sul  |
| UE      | União Europeia   |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                  | <b>9</b>  |
| <b>2. OBJETIVOS .....</b>                                   | <b>12</b> |
| 2.1 OBJETIVO GERAL.....                                     | 12        |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                              | 12        |
| <b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>                       | <b>13</b> |
| 3.1 BACALHAU .....  | 13        |
| <b>3.1.1 Taxonomia e biologia .....</b>                     | <b>13</b> |
| <b>3.1.2 História .....</b>                                 | <b>17</b> |
| <b>3.1.3 Aspectos culturais de comercialização .....</b>    | <b>18</b> |
| <b>3.1.4 O mercado brasileiro de bacalhau .....</b>         | <b>20</b> |
| <b>3.1.5 Processo tecnológico.....</b>                      | <b>21</b> |
| 3.2 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA .....                             | 25        |
| 3.3 FRAUDE POR SUBSTITUIÇÃO DE ESPÉCIES .....               | 27        |
| 3.4 DNA BARCODING UTILIZANDO O GENE CODIFICADOR DA COI..... | 31        |
| <b>4. ARTIGO.....</b>                                       | <b>34</b> |
| <b>5. DISCUSSÃO GERAL.....</b>                              | <b>47</b> |
| <b>6. CONCLUSÕES .....</b>                                  | <b>53</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                     | <b>52</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a expressão “bacalhau” é normalmente utilizada para designar qualquer espécie de peixe salgado seco. Devido à influência da colonização portuguesa, o peixe nativo pirarucu (*Arapaima gigas*), é comumente apresentado à venda salgado e seco, popularmente chamado “bacalhau amazônico” (CHICRALA; KATO; FRANCO DE LIMA, 2017). Entretanto, de acordo com a Instrução Normativa (IN) nº 53, de 2020, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), pode-se chamar de “bacalhau”, independentemente da forma de conservação empregada, apenas os peixes das espécies *Gadus morhua* (bacalhau do Atlântico), *Gadus macrocephalus* (bacalhau do Pacífico) e *Gadus ogac* (bacalhau da Groenlândia) (BRASIL, 2020).

O bacalhau salgado seco comercializado no Brasil é originário, principalmente, da Noruega e de Portugal, e foi o 5º produto de pescado mais importado no primeiro semestre de 2021 (SEAFOOD BRASIL, 2021b). Devido aos altos custos de mão-de-obra, o bacalhau salgado seco chega ao Brasil geralmente espalmado inteiro (COSTA FIGUEIRA PINTO, 2018), gerando uma necessidade de manipulação e fracionamento pelo estabelecimento comercializador.

Mundialmente, as demandas por produtos de pescado têm aumentado, e tendem a se manter em crescimento, juntamente com toda a demanda por alimento. Estima-se que seja possível aumentar entre 35% e 74% a produção sustentável de frutos do mar nas próximas décadas, se aplicadas políticas adequadas associadas à inovação tecnológica (COSTELLO et al., 2020). Por outro lado, dados da Organização Mundial para a Agricultura e Alimentação (FAO, 2020) apontam que atualmente cerca de 60% dos peixes de interesse comercial são completamente explorados, sem espaço para aumento de capturas, e outros 30% sofrem sobrepesca e necessitam de ações para recuperação dos estoques. Portanto, o uso de ferramentas para compreender quais espécies de peixes selvagens são comercialmente mais importantes é fundamental para evitar sobrepesca e desenhar políticas de conservação e aumento da produção sustentável de produtos de pescado (MUNGUIA-VEGA et al., 2022).

Embora seja evidente a necessidade de rastrear a identidade e origem dos produtos de pesca extrativa e da aquicultura, há que se considerar que se trata de um desafio considerável, devido à complexidade da cadeia, às falhas de rotulagem e à substituição intencional das espécies. A fraude de pescado por substituição de espécies é documentada em diversos estudos, podendo ser tão significativa quanto 30% em determinados países (MUNGUIA-VEGA et al., 2022). Os erros de identificação estão associados a múltiplos fatores, incluindo a fraude econômica, a comercialização ilegal de espécies protegidas ou, ainda, por erros não intencionais, ocasionados pela falta de rastreabilidade do produto (DONLAN; LUQUE, 2019).

A maioria dos estudos disponíveis relacionados à fraude de pescado são originários da União Europeia, Estados Unidos e Canadá. Países em desenvolvimento, de onde a maioria dos produtos de pescado é proveniente, são responsáveis por apenas 20% dos estudos sobre o assunto (MUNGUIA-VEGA et al., 2022).

Apesar de estudos brasileiros apontarem para ampla incidência de fraude de substituição de espécies em produtos de bacalhau salgado seco oferecidos à venda (CALEGARI et al., 2020; CARVALHO et al., 2015, 2017), dados do Subprograma de Controle Oficial da Fraude por Substituição de Espécies de Pescado do MAPA, através da análise do DNA por *barcoding*, indicam que estabelecimentos exportadores não cometem este tipo de fraude (MAPA, 2020), o que levanta dúvidas em relação à idoneidade dos elos seguintes da cadeia, após a importação.

DNA *barcoding* é uma técnica de biologia molecular utilizada para a identificação e classificação taxonômica de espécies, sejam elas animais ou vegetais. O método consiste na amplificação, via PCR (*Polymerase Chain Reaction*), de sequências curtas e padronizadas de DNA, seguida de sequenciamento e comparação com amostras conhecidas, oriundas de bancos de dados internacionais (HEBERT et al., 2003). Genes mitocondriais são geralmente utilizados como marcadores genéticos para a classificação taxonômica a nível de espécie. O gene codificador da citocromo *b* (*cyt b*) é considerado um dos principais marcadores para a classificação de mamíferos. O gene codificador da citocromo *c* oxidase subunidade I (*cox1* ou *COI*) é caracterizado por alta variação interespecífica com boa conservação

evolutiva, sendo o gene de eleição na aplicação da biologia evolutiva e para a identificação taxonômica de espécies de peixes em geral (YUAN et al., 2022).

Dessa forma, o presente estudo teve por objetivo ampliar os dados para elucidação dos aspectos relacionados à comercialização de bacalhau salgado oferecido ao consumidor final, levando em consideração os aspectos legais que são infringidos durante a venda do bacalhau salgado seco, com qual frequência ocorre a fraude por substituição e a identificação molecular das espécies utilizadas.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste estudo é determinar as espécies utilizadas em produtos denominados “bacalhau salgado” comercializados nos diferentes estabelecimentos de varejo de Porto Alegre.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o atendimento ao Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) de peixe salgado e peixe salgado seco e demais dispositivos legais pertinentes, no que tange:
  - à apresentação do produto à venda direta ao consumidor, e
  - às informações trazidas na rotulagem dos produtos, apresentada pelo varejo na forma de etiqueta de balança;
- Verificar a frequência da ocorrência e os tipos de fraude envolvendo bacalhau salgado seco;
- Identificar as espécies utilizadas e vendidas como bacalhau através da análise de DNA *barcoding* utilizando o gene mitocondrial codificador da citocromo c oxidase subunidade I (*COI*) como alvo molecular.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

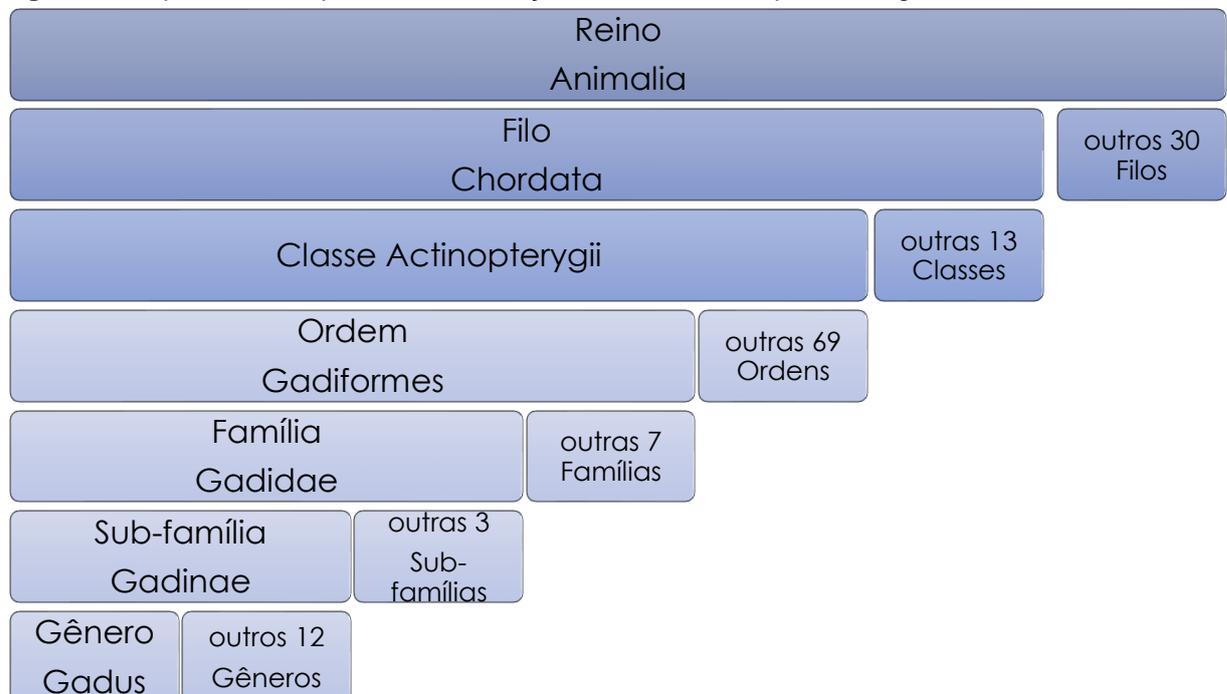
#### 3.1 BACALHAU

##### 3.1.1 Taxonomia e biologia

As espécies de peixes *Gadus morhua*, *G. macrocephalus* e *G. ogac*, popularmente conhecidas como bacalhau (*cod*, em inglês), são pertencentes à família Gadidae, da ordem dos Gadiformes (SOARES, 2015). A **Figura 1** traz um esquema ilustrativo de toda a classificação taxonômica, desde o Reino Animalia, até o Gênero *Gadus*.

A ordem Gadiformes inclui diversas espécies de interesse comercial. Além do gênero *Gadus* (bacalhaus e Polaca-do-Alasca), peixes dos gêneros *Melanogrammus* (arenques), *Pollachius* (saithe e polacas), *Molva* (lings), *Merluccius* (merluzas), entre outros desta ordem, que somam juntos, cerca de 18% das capturas de peixes marinhos no mundo (“Bold Systems”, 2022; FAO, 2020).

**Figura 1:** Esquema hierárquico da classificação taxonômica dos peixes do gênero *Gadus*.



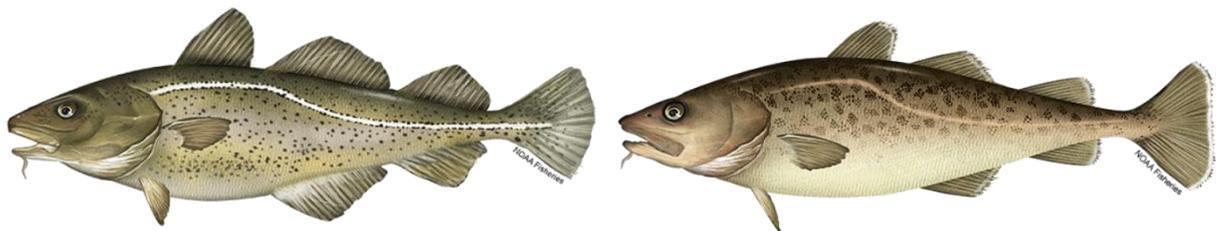
**Fonte:** elaborado pela autora (2023)

Embora a ordem Gadiformes esteja, desde o início do século XX, entre as mais estudadas, sua classificação hierárquica sempre foi considerada complexa e controversa, não havendo consenso entre os taxonomistas até o uso de técnicas moleculares, no início dos anos 2000 (ROQUE LEMES, 2017).

Os peixes da família Gadidae se caracterizam por seu corpo alongado, achatado lateralmente e que vai se estreitando em direção à cauda. Além dos bacalhaus, as demais espécies desta família são consideradas espécies afins, pois, além das semelhanças morfológicas, também possuem interesse comercial e são frequentemente usadas para os mesmos propósitos gastronômicos que os bacalhaus (SOARES, 2015).

O gênero *Gadus* compreende quatro espécies: *G. morhua*, *G. macrocephalus*, *G. ogac* e *G. chalcogrammus*; as três primeiras carregam o nome popular de bacalhau, enquanto a última é identificada como polaca-do-Alasca (BRASIL, 2022a). As três espécies de bacalhau compreendem peixes robustos, cuja cabeça pode atingir até 25% do tamanho total do peixe. Possuem, abaixo do mento, uma barbela provida de células sensoriais. Sua coloração varia de verde-oliva a marrom-claro, com manchas escurecidas no dorso, podendo variar sua tonalidade conforme as condições do habitat. Uma característica que diferencia os bacalhaus dos demais Gadídeos é a linha lateral, sempre mais clara que o resto do corpo (NUNES; LEITÃO; AFONSO, 2011). A **Figura 2** ilustra exemplares de *G. morhua* e *G. macrocephalus*.

**Figura 2:** Ilustração de *G. morhua* (esquerda) e *G. macrocephalus* (direita).

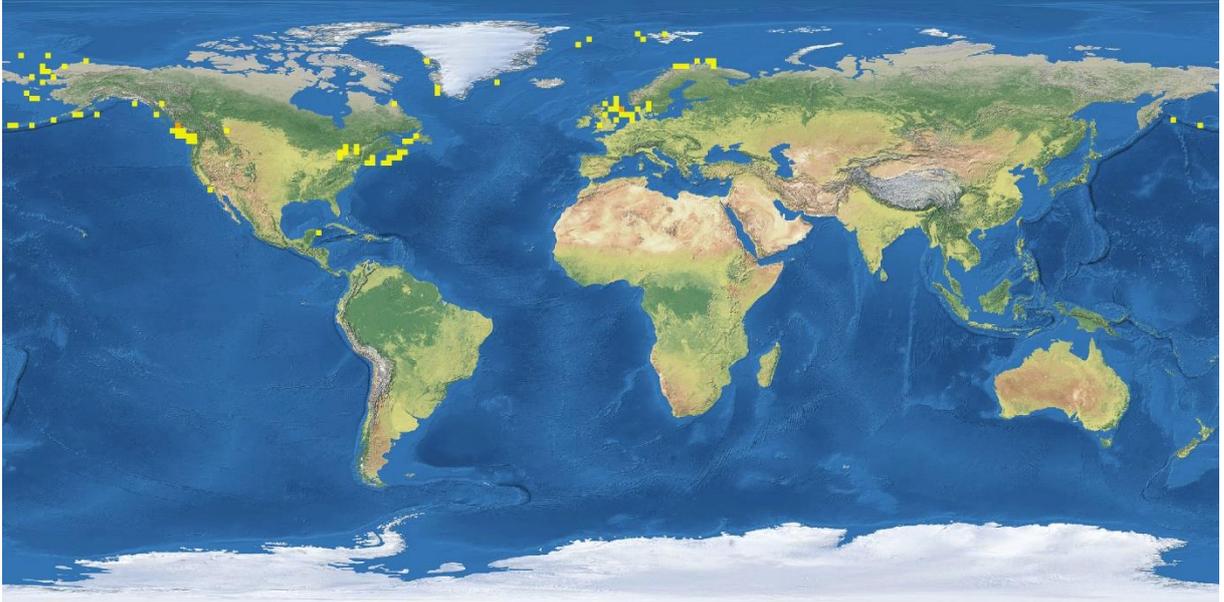


**Fonte:** “Atlantic Cod | NOAA Fisheries”, [s.d.]; “Pacific Cod | NOAA Fisheries”, [s.d.].

Os peixes do gênero *Gadus* vivem em águas frias, capazes de viver em temperaturas entre 0 °C e 20 °C, mas com predileção e maior abundância em águas cuja temperatura média fica abaixo dos 10 °C. Seus exemplares habitam o hemisfério norte, nos Oceanos Atlântico e Pacífico, perto do círculo polar (SOARES, 2015). Na **Figura 3** está representada a ocorrência das quatro espécies do gênero.

O bacalhau-do-Atlântico é classificado, pelas populações locais de pescadores da Noruega, Finlândia e Groenlândia, em grupos sedentários (vivem junto à costa, em grupos pequenos ou isolados, e raramente migram) e migratórios, os quais representam a maior parte da população de *G. morhua*. Espécies do gênero possuem hábitos predominantemente demersais, isto é, vivem próximo ao fundo dos oceanos. Entretanto, adquirem hábitos pelágicos (vivendo na coluna d'água, entre o fundo e a superfície) quando da postura de ovos, podendo também habitar a coluna d'água em busca de melhores condições hidrográficas (PEREIRA DIAS, 2013).

**Figura 3:** Ocorrência das espécies do gênero *Gadus*: Atlântico e Pacífico Norte, junto ao círculo Polar.



**Fonte:** “Bold Systems”, 2022

A postura dos bacalhaus ocorre anualmente, com desenvolvimento ótimo dos ovos entre 4 °C e 7 °C. A reprodução inicia-se a partir dos 4 anos de idade, com fecundação externa e postura de 500 mil a 7 milhões de ovos. Apesar da elevada prolificidade, apenas 1 ovo em 1 milhão se torna um bacalhau adulto (PEREIRA DIAS, 2013).

As larvas de bacalhau se alimentam de krill, microcrustáceos (copépodes) e pequenos peixes (MARINE BIO, 2023). Bacalhaus adultos são onívoros e vorazes, alimentando-se de outros peixes, crustáceos e moluscos (PEREIRA DIAS, 2013). Sua voracidade é tamanha, que, antes do decréscimo populacional enfrentado atualmente, o bacalhau-do-Atlântico, juntamente com arenque (*Melanogrammus aeglefinus*), linguado (*Platichthys flesus*) e pescada (*Merluccius bilinearis*), eram considerados os maiores predadores do Atlântico Norte (MARINE BIO, 2023). Um bacalhau adulto

chega, a pesar, em média 3 kg, e a medir cerca de 70 centímetros, ainda que exemplares mais velhos possam ultrapassar os 30 kg e 1,5 m de comprimento (PEREIRA DIAS, 2013).

*G. morhua* é um dos peixes marinhos mais bem estudados, e um dos mais importantes comercialmente. Povos do noroeste europeu, navegando atrás de cardumes de bacalhau, foram os primeiros a visitarem as Américas, e o bacalhau salgado seco era a principal alimentação em viagens de longa distância, sendo um dos propulsores do início da colonização do Novo Mundo. Sua pesca foi intensiva e crescente por milhares de anos. Conforme as técnicas de pesca se tornaram mais eficientes e intensivas, as populações de bacalhau-do-Atlântico foram sendo degradadas, até que entrou em colapso, ao final dos anos 1990 (OCEANA, 2023). Em 1996, *G. morhua* entrou para a lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), classificado como espécie vulnerável (“IUCN”, 2000). Essa redução populacional alterou significativamente as cadeias alimentares do Atlântico Norte, o que ainda dificulta a recuperação dos estoques de bacalhau-do-Atlântico (OCEANA, 2023).

Mais recentemente, em 2019, a pesca extrativa do bacalhau migratório, *skrey*<sup>1</sup>, na Noruega, passou a ser classificada como sustentável pelo Conselho Internacional para a Exploração Marinha (ICES), sendo garantida a completa capacidade reprodutiva dos cardumes (SEAFOOD FROM NORWAY, 2023a). Parte desta conquista se deve à presença constante e ao uso de ferramentas de inteligência da Guarda Costeira Norueguesa, a qual se dedica ao controle da pesca extrativa e exploração de recursos marinhos, bem como, gera dados e condições facilitadoras para as pesquisas oceânicas (SEAFOOD FROM NORWAY, 2023b).

---

<sup>1</sup> na Noruega, a temporada de pesca do *G. morhua* ocorre justamente quando os *skrey* (palavra específica utilizada para descrever a população migratória de bacalhau) se aproximam da costa norueguesa, entre janeiro e abril (SEAFOOD FROM NORWAY, 2023a).

### 3.1.2 História

A técnica de dessecagem do pescado é tradicional na Noruega desde o tempo dos Vikings, e foi aperfeiçoada com a salga, a partir do século XV, por influência dos povos Bascos e Portugueses (COSTA FIGUEIRA PINTO, 2018). Embora a história do surgimento da técnica de salga e dessecagem por estes povos não esteja bem clara, é possível afirmar que ela data do século XII (JOHANSEN; MANGSETH; MOE, 2003).

A partir de 1353, pescadores portugueses foram autorizados a pescar na costa inglesa, e, por volta de 1500, a atividade pesqueira portuguesa cruzava o Atlântico, colocando Portugal como um dos maiores (e poucos) produtores de bacalhau salgado seco do mundo (ØSTLI et al., 2006).

Durante os séculos XV e XVI, a Europa enfrentava problemas de segurança alimentar<sup>2</sup>, uma vez que as populações, especialmente junto à costa, aumentavam substancialmente, devido às atividades expansionistas. A efervescência populacional, combinada com a frágil estrutura da agricultura da maioria dos países europeus, e com a aparentemente inesgotável fonte de alimento existente no Oceano Atlântico, impulsionaram o surgimento de operações pesqueiras mais intensivas, sistemáticas e comercialmente difundidas na Europa dos séculos XV e XVI (BOUCHARD, 2022). Foi neste período, enquanto Portugal enfrentava instabilidades sociais movidas pela fome, que o império adotou iniciativas para estimular a busca, na Terra Nova (Canadá), de quantidades suficientes de bacalhau para amenizar a falta de alimentos baratos e nutritivos. Desde então, o bacalhau se tornou parte cada vez mais importante na cena cultural e gastronômica portuguesa (ØSTLI et al., 2006).

A implementação da indústria pesqueira na época estava estruturada sobre quatro principais pilares: pesca mais intensiva, com mais barcos; foco em peixes pelágicos; atenção à conservação do produto, para exportação a longas distâncias; e o uso de técnicas financeiras e organizacionais cada vez mais sofisticadas (BOUCHARD, 2022).

---

<sup>2</sup> segurança alimentar, expressão traduzida do inglês, *food security*, com o sentido de garantia ao acesso a alimentos adequados em qualidade nutricional e em quantidades suficientes (FAO, 2006).

A Igreja Católica também foi uma grande responsável pela popularização do bacalhau. A tradição católica medieval impunha dias de jejum, nos quais era proibido o consumo de carnes “quentes”. Os peixes eram considerados carnes “frias”, e, portanto, permitidos. No total, em quase metade dos dias do ano era proibido comer carne, e a disponibilidade do bacalhau, tanto fresco como salgado seco, acabou por torná-lo o alimento dos dias de jejum (KURLANSKY, 2000). O processo de salga e dessecagem permitia, sobretudo, o abastecimento das localidades afastadas da costa, suprimindo as demandas religiosas de alimento seguro e nutricionalmente rico (MADSEN; CHKONIYA, 2019). Até hoje, o principal consumo de bacalhau ocorre em comunidades com predominância católica, com picos de consumo durante a quaresma e Páscoa (ØSTLI et al., 2006).

### 3.1.3 Aspectos culturais de comercialização

Em Portugal, a palavra *bacalhau* serve tanto para designar o peixe fresco como o peixe salgado seco feito a partir de espécies marinhas de peixes do gênero *Gadus*, cujo nome popular, em inglês, é *cod*. Entretanto, poucos produtos de bacalhau, que não o salgado seco, são encontrados nos mercados portugueses, de forma que a palavra *bacalhau*, sem outra expressão que indique a forma de apresentação, refere-se sempre ao peixe salgado seco. Pescado salgado, seja ele seco, semiseco ou verde<sup>3</sup>, feito a partir de outras espécies de pescado, deve ser vendido com o nome popular da espécie utilizada (ØSTLI et al., 2006; PORTUGAL, 2006).

Portugal possui o terceiro maior consumo mundial de pescado per capita, influenciado por diversos aspectos, como cultura e tradição religiosas, campanhas governamentais, e esforços dos distribuidores para garantir a presença dos produtos no mercado. O bacalhau salgado seco representa mais de 40% dos produtos de pescado consumidos no país (MADSEN; CHKONIYA, 2019); das cerca de 70 mil toneladas consumidas anualmente, 7% (5 mil toneladas) são consumidas somente nas festividades natalinas (NSC, 2022). Ainda, segundo o Conselho Norueguês de Produtos do Mar (NSC) (2022), 70% de todo o bacalhau salgado seco consumido em Portugal é originário da Noruega.

---

<sup>3</sup> peixe salgado verde: produto de pescado com teor de sal igual ou superior a 16% e teor de umidade entre 51% e 58%, dado ao consumo sem ter sofrido dessecagem (PORTUGAL, 2006).

O consumo regular de bacalhau pelos portugueses é tão importante e está tão presente na sua cultura, que, mesmo durante os anos de 2020 e 2021, em que a pandemia de COVID-19 assolou o mundo e dificultou todas as transações internacionais, não houve diminuição na compra de bacalhau norueguês, tampouco em seu consumo per capita (NSC, 2022).

De acordo com o Caderno de Especificações e Obrigações do Produto Bacalhau de Cura Tradicional Portuguesa (UE, 2010), publicado em 2010 pela Associação dos Industriais do Bacalhau (AIB), em conjunto com a União Europeia e outras entidades, o bacalhau salgado denominado com esta ETG (Especialidade Tradicional Garantida) pode ser comercializado inteiro ou ao meio, ambas as formas contendo, pelo menos, 1,5 kg, quando desembalados; ou em postas, desde que pré-embalados por estabelecimento devidamente registrado e certificado pela AIB. O alto consumo de bacalhau salgado pelas famílias portuguesas faz com que a venda do produto inteiro espalmado não embalado seja a mais tradicional. Esta apresentação implica na manipulação do produto pelo consumidor, para a avaliação da qualidade e escolha da peça a ser levada, diferente do que é feito com produtos frescos de pescado (ØSTLI et al., 2006).

No Brasil, o hábito de consumir bacalhau salgado foi trazido com os portugueses, na época do descobrimento. No século XIX, com a vinda da corte portuguesa, a cultura do consumo de bacalhau salgado começou a se difundir pelo país e é mantida, até os dias de hoje, por meio da forte influência religiosa no consumo deste produto, uma vez que mais da metade da população brasileira se declara católica (BRASIL, 2010; COSTA FIGUEIRA PINTO, 2018). Assim como em Portugal, a principal origem do bacalhau salgado consumido no Brasil é a Noruega, fomentando uma relação comercial sólida e antiga, registrada pela primeira vez em 1843 (SANTANA, 2009).

Além das questões religiosas, a difusão do consumo de bacalhau salgado nas mesas brasileiras foi facilitada por seu preço. Bacalhau salgado seco importado da Noruega era um produto barato e acessível, consumido comumente em todas as sextas-feiras, dias santos e comemorações diversas. Com a escassez de alimentos na Europa pós-Segunda Guerra, o preço do produto aumentou consideravelmente, o que causou a mudança gradativa do perfil de consumo. Atualmente, o consumo de

bacalhau salgado no Brasil se restringe praticamente às festividades de Páscoa e Natal e, frequentemente é substituído por espécies similares, mais baratas, mas também provenientes do Atlântico Norte (“tipo bacalhau”), como ling, saithe, zarbo, polaca-do-Alasca, entre outros. O aumento nas importações brasileiras destes produtos nos últimos anos tem ocorrido, principalmente, devido à alta do dólar e à situação econômica do país (GORDON, 2018).

Tipicamente, o consumidor brasileiro busca bacalhau salgado em supermercados ou mercados locais (mercados públicos), e o principal requisito na escolha é o preço, seguido da avaliação de coloração e espessura do corte (COSTA FIGUEIRA PINTO, 2018; OLIVEIRA; TORRES, 2022).

#### **3.1.4 O mercado brasileiro de bacalhau**

Embora o Brasil esteja entre os 15 maiores produtores de pescado do mundo, sendo o quarto principal produtor de tilápia (*Oreochromis spp.*) (PEIXE BR, 2020), o país também figura como um grande importador de pescado (GORDON, 2018).

As importações de pescado caíram fortemente no Brasil entre 2017 e 2020, entretanto, no ano de 2021 tiveram aumento significativo, representando alguma recuperação da queda acumulada dos últimos anos. A importação de peixe salgado e peixe salgado seco representou, em 2021, cerca de 8% de todo o volume de pescado importado para o Brasil, e quase 11% dos valores negociados no período (SEAFOOD BRASIL, 2021a).

Especificamente acerca de importações provenientes da Noruega, o volume de *G. morhua* salgado seco superou os 35% de crescimento em 2021, quando comparado a 2020. O saithe (*Pollachius virens*), espécie mais comercializada no Brasil sob a apresentação salgada seca, representou aumento de volume em 27% (SEAFOOD BRASIL, 2021a). A demanda brasileira por peixe salgado seco, especialmente bacalhau, flutua conforme a variação do dólar e com a situação econômica geral do país (GORDON, 2018). Ao longo de 2021 a moeda norueguesa esteve em baixa, mantendo os preços do bacalhau salgado estáveis, impulsionando o crescimento das exportações para o Brasil. Já no primeiro semestre de 2022, com relativa recuperação da economia norueguesa, os volumes de exportação de bacalhau salgado para o Brasil caíram quase 15%, enquanto os valores negociados

cresceram em 2%, comparados com o mesmo período do ano anterior (SEAFOOD BRASIL, 2021b).

Cerca de 30% da produção norueguesa e 38% da produção portuguesa de peixe salgado seco são exportadas para o Brasil. Tradicionalmente, esses países utilizam o bacalhau fresco (*Gadus* spp.) para a salga e dessecação, entretanto, diversos outros peixes brancos (saithe, ling, polaca-do-Alasca, pescada) têm sido uma alternativa mais barata na produção de pescado salgado seco nesses países (GORDON, 2018).

A Noruega exporta peixe salgado seco para o Brasil, feito a partir de bacalhau, saithe, ling e pescada frescos. Em termos de valor, o bacalhau salgado seco é o produto que movimenta mais dinheiro, enquanto o saithe salgado seco (“tipo bacalhau”) vem para o Brasil em maiores quantidades, mas representa menores montantes financeiros no total das transações. Portugal e China são os principais fornecedores de bacalhau dessalgado congelado e lascas de peixe “tipo bacalhau” (polaca-do-Alasca), respectivamente (CAMARGO NETO; ABDALLAH, 2016). As lascas de peixe “tipo bacalhau” chinesas concorrem diretamente com o saithe salgado seco espalmado norueguês pelas importações brasileiras (EGENESS; PLEYM; LOPANE, 2015).

### **3.1.5 Processo tecnológico**

O processo de salga de carnes e pescado é uma das tecnologias de conservação mais antigas existentes no mundo, tendo sido registrada desde o século VIII a.C., por povos mediterrâneos (KURLANSKY, 2000). A presença do sal em contato com o peixe promove a desidratação osmótica do músculo, e após cerca de um mês de maturação, o peixe salgado terá seu teor de água próximo dos 55%. A redução da atividade de água torna o ambiente impróprio para a multiplicação microbiana, levando à inativação ou inibição do seu crescimento. Ainda, a presença do sal altera estruturas proteicas e inativa determinadas enzimas, garantindo a preservação do alimento (JOESEN; OLSEN, 2021).

Após o adequado preparo do peixe fresco refrigerado, incluindo os processos de evisceração, abertura ventral, remoção da cabeça e dos dois terços anteriores da espinha dorsal, o peixe é espalmado e lavado, para que não restem, na musculatura,

manchas de sangue e restos de fígado, resultando em um produto de coloração uniforme, branca e brilhante, de consistência firme (UE, 2010).

A salga pode ocorrer de três formas: (a) salga seca, (b) salga úmida, ou (c) salga mista. A salga seca (**Figura 4**) consiste em intercalar camadas de peixe e sal, em contentor que permita a drenagem instantânea, à medida que o produto desidrata. No processamento em salga úmida, é utilizada uma salmoura, que pode ser com a imersão do peixe na solução hipersalina ou injetada diretamente na musculatura. A salga mista é uma combinação das duas formas: são feitas as camadas de peixe e sal, mas o recipiente utilizado retém a salmoura formada na desidratação do produto, mantendo-o submerso em salmoura conforme o processo evolui. A dessecação do peixe, até que seu conteúdo de água esteja abaixo de 48% é o que garante longos períodos de estocagem sem que ocorra deterioração do alimento (JOESEN; OLSEN, 2021).

**Figura 4:** salga seca de bacalhau realizada em uma indústria de pescado no Canadá.



Fonte: SIMMONS, 2020.

Tão importante quanto assegurar os teores de sal e de umidade adequados ao final do processamento do alimento, um bom controle de temperatura, durante cada etapa, é fundamental para o sucesso da preservação almejada. O peixe fresco, dentro dos barcos, até a chegada à indústria, não pode passar de 2 °C. As etapas de salga e dessecação devem ocorrer sempre abaixo dos 12 °C, e o armazenamento, durante

toda a vida de prateleira do produto, ocorre idealmente entre 0 e 4 °C (JOESEN; OLSEN, 2021).

Embora o processo tecnológico de salga do peixe possa ser realizado em salmoura, a seco ou com a combinação de ambas, na Noruega, a produção tradicional de peixe salgado seco se dá por salga seca e maturação, que pode durar de 10 a 20 dias, seguida de dessecação em túneis, por 2 a 7 dias, dependendo do tamanho das peças, até chegar a uma umidade entre 40 e 50%. O armazenamento do produto pronto é resfriado, de 0 a 4 °C (TORSKE; SKRAM, 2016).

Em Portugal, o processo de produção do bacalhau de cura tradicional portuguesa (BCTP), chancelado pela AIB como uma ETG, ocorre, obrigatoriamente, através da salga seca. A quantidade de sal deve ser equivalente a, aproximadamente, 30% do peso em peixe fresco, e o processo de salga dura, no mínimo, 30 dias, em temperatura controlada (8 °C a 12 °C). A etapa de maturação leva mais 30 dias, e necessita da reposição do sal perdido na desidratação osmótica ocorrida durante a salga. Uma vez concluídas as fases de salga e maturação, o bacalhau salgado verde é dessecado até que a umidade do produto esteja abaixo de 47%. O processo de dessecagem pode ser realizado natural ou artificialmente (UE, 2010).

Além do BCTP, está previsto no Decreto-Lei nº 25, de 2005, outras formas de salga e dessecagem de peixes, sendo permitidas outras formas de salga, por períodos diferentes do mencionado para BCTP. São considerados peixes salgados secos, incluindo o BCTP, aqueles com umidade inferior a 47%, os peixes com umidade superior a 47%, até 51% são denominados semissecos e aqueles com umidade superior a 51%, verdes. O produto pronto deve ser mantido sob refrigeração máxima de 4 °C (PORTUGAL, 2006).

A evolução do produto continua durante a estocagem, e ao final do processo de salga, quando dado ao consumo, o bacalhau tem cerca de 20% de sal em sua composição. Ademais, o processo completo de maturação do bacalhau salgado seco confere características típicas ao produto, que possui sabor e odor geralmente mais acentuados quando comparado ao peixe fresco (JOESEN; OLSEN, 2021).

O Instituto Norueguês de Pesquisa de Alimentos, “Nofima”, realizou um estudo de vida de prateleira para o bacalhau salgado seco e verificou boa estabilidade do

produto por dois anos, em temperaturas abaixo de 4 °C. Quando armazenados à temperatura ambiente (35 °C), a pesquisa revelou que os produtos perdem qualidade visual a partir do 17º dia, evidenciando o crescimento de bactérias halofílicas (**Figura 5**), que, apesar de não serem patogênicas, desqualificam o bacalhau salgado para a venda. Além da temperatura, devem ser considerados os aspectos de qualidade da matéria-prima, como a microbiota inicial, a qualidade da sangria e a toailete bem realizada, eliminando manchas de sangue e fígado remanescentes. A presença de resíduos de sangue e de fígado resultam em descoloração precoce do produto, impactando na classificação de qualidade que será atribuída ao bacalhau salgado seco. A vida de prateleira do produto é influenciada, não somente pela temperatura de armazenamento, mas também pela atividade de água do peixe, pela umidade relativa do ar e pelas características da embalagem (LORENTZEN, 2022).

**Figura 5:** Comparativo entre o aspecto visual de diversos produtos de bacalhau salgado seco armazenados à temperatura de 4 °C (esquerda) e de 35 °C (direita), após dois anos de estocagem.



Fonte: (LORENTZEN, 2022).

Outro estudo, publicado em 2020, também pelo Nofima, aponta que a qualidade e a composição do sal influenciam diretamente na qualidade do produto de pescado salgado seco. A presença de cálcio e magnésio influencia na tonalidade branca, na firmeza e no sabor do produto, o excesso desses minerais causa maior rigidez e compactação na superfície do peixe, necessitando maiores tempos para salga, dessecação e posterior dessalga. Da mesma forma, maiores teores de umidade no sal resultarão em aumento de tempo nas etapas de salga, dessecação e dessalga.

O sal de primeiro uso tem menores concentrações de proteínas em comparação com o sal reutilizado. Os resíduos de proteínas advindas do próprio peixe tornam o sal acinzentado, e, em temperaturas acima de 8 °C, esse excesso de proteínas pode propiciar a multiplicação de microrganismos halofílicos, alterando a

coloração do sal para rósea. Por fim, os resíduos de sangue aumentam o teor de ferro no sal, e sua oxidação leva a um sabor rançoso. O sal de primeiro uso terá maiores concentrações de minerais que não o sódio, principalmente cálcio, magnésio, sulfatos, cobre e ferro. Já o sal reutilizado terá essas quantidades reduzidas, enquanto aumentam os teores de água e proteínas. Para garantir a qualidade do produto, empresas que fazem o reaproveitamento do sal devem dispor de técnicas adequadas e eficazes de purificação do sal (LORENTZEN, 2019).

### 3.2 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) de Peixe Salgado e Peixe Salgado Seco é recente, publicado em janeiro de 2019, sob a forma da Instrução Normativa (IN) número 1, e veio esclarecer, além das características técnicas do produto, a questão da sua nomenclatura, que, por não estar regulamentada até então, causava bastante confusão entre produtores, beneficiadores e consumidores. Previamente à legislação, os produtos de pescado salgado e salgado seco eram denominados “bacalhau” ou “tipo bacalhau”, conforme produzidos a partir de espécies do gênero *Gadus* ou outras espécies, respectivamente. Segundo o que consta no RTIQ, a denominação correta dos produtos de pescado salgado ou salgado seco deve ser composta por: (a) nome comum da espécie utilizada, (b) a expressão “SALGADO” ou “SALGADO SECO”, conforme seu teor de umidade e (c) a forma de apresentação, isto é, o corte utilizado. Ainda, para as espécies das famílias *Salmonidae* e *Gadidae* (**Tabela 1**), é obrigatório o uso, além do nome comum da espécie, do nome científico desta. Não está previsto na IN o uso da expressão “tipo bacalhau” para quaisquer que sejam as espécies utilizadas (BRASIL, 2019).

**Tabela 1:** Nomes populares das espécies de peixes de interesse comercial da família *Gadidae*.

| Nome Científico                 | Denominação Comum                                       |
|---------------------------------|---|
| <i>Arctogadus glacialis</i>     | Bacalhau-do-Ártico                                      |
| <i>Boreogadus saida</i>         | Bacalhau-Polar  |
| <i>Eleginus gracilis</i>        | Bacalhau-do-Ártico                                      |
| <i>Gadus chalcogrammus</i>      | Polaca-do-Alasca  |
| <i>Gadus macrocephalus</i>      | Bacalhau, Bacalhau-do-Pacífico, Cod-do-Pacífico         |
| <i>Gadus morhua</i>             | Bacalhau, Bacalhau-do-Atlântico, Bacalhau-do-Porto, Cod |
| <i>Gadus ogac</i>               | Bacalhau, Bacalhau-da-Groenlândia                       |
| <i>Melanogrammus aeglefinus</i> | Lubina, Haddock   |

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| <i>Micromesistius poutassou</i> | Verdinho  |
| <i>Molva dypterygia</i>         | Ling Azul |
| <i>Molva molva</i>              | Ling      |
| <i>Pollachius virens</i>        | Saithe    |
| <i>Urophycis</i> spp.           | Abrótea   |

**Fonte:** adaptado de (BRASIL, 2022).

Quanto às características do produto, a IN define os teores de umidade entre 53% e 58% para peixe salgado e abaixo de 52,9% para peixe salgado seco. Sua comercialização, independentemente da espécie e da apresentação, deve ocorrer com o produto embalado, de forma a protegê-lo de contaminações. A temperatura de manutenção dos produtos, seja no transporte, armazenamento ou comercialização, não deve exceder os 4 °C nos peixes salgados, e os 7 °C nos peixes salgados secos (BRASIL, 2019).

Para a nomenclatura das espécies utilizadas, deve-se considerar a IN nº 53, de 1º de setembro de 2020, que define o nome comum e respectivos nomes científicos para as principais espécies de peixes de interesse comercial destinados ao comércio nacional. Nela está definido que o termo “bacalhau”, sem outra especificação, ou com a denominação popular do tipo de bacalhau, é aplicável somente para as espécies *G. morhua* (“do Porto”, “do Atlântico”, “Cod do Atlântico”), *G. macrocephalus* (“do Pacífico”, “Cod do Pacífico”), e *G. ogac* (“da Groenlândia”). Ainda, pode-se se chamar bacalhau, mas obrigatoriamente com a descrição do tipo, as espécies *Arctogadus glacialis* e *Eleginus glacialis* (ambos denominados “bacalhau-do-Ártico”), e *Boreogadus saida* (“bacalhau-polar”). Demais espécies de peixe-branco tradicionalmente utilizadas para fazer peixe salgado seco, que antes eram popularmente conhecidas como “tipo bacalhau”, não podem trazer esta designação na rotulagem, devendo ser chamados pelo seu nome popular descrito na IN 53, conforme **Tabela 2** (BRASIL, 2022a).

**Tabela 2:** Nomes populares das espécies de peixes de interesse comercial mais comumente utilizadas na substituição por bacalhau.

| Nome Científico                 | Denominação Comum      |
|---------------------------------|------------------------|
| <i>Brosme brosme</i>            | Brosme, Brosmio, Zarbo |
| <i>Gadus chalcogrammus</i>      | Polaca-do-Alasca       |
| <i>Melanogrammus aeglefinus</i> | Lubina ou Haddock      |
| <i>Merluccius</i> spp.          | Merluza                |

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| <i>Micromesistius poutassou</i> | Verdinho  |
| <i>Molva dypterygia</i>         | Ling Azul |
| <i>Molva molva</i>              | Ling      |
| <i>Pollachius virens</i>        | Saithe    |

**Fonte:** adaptado de (BRASIL, 2022a; CALEGARI et al., 2020).

No que diz respeito à rotulagem e identificação de alimentos embalados, além dos dispositivos legais específicos, devem ser atendidos também os requisitos determinados na Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) número 727, publicada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2022b), que determina que a rotulagem dos alimentos embalados não pode conter expressões, vocábulos ou expressões que possam levar o consumidor ao erro; e define também o uso da expressão “tipo” para produtos com características sensoriais e cuja tecnologia utilizada se assemelhe a alimento de determinadas regiões geográficas, as quais tenham consagrado o produto e a tecnologia em questão, reforçando a ideia de não se utilizar a expressão “tipo bacalhau” para descrever produtos de pescado seco de outras espécies. Além disso, a rotulagem dos alimentos embalados na ausência do consumidor deve trazer informações acerca da origem do produto. Especificamente para produtos de origem animal fracionados em estabelecimento comercial, a Portaria 749 de 2019 da Secretaria da Saúde do Estado do Rio Grande do Sul RIO GRANDE DO SUL, 2019 (SES/RS) estabelece que devem ser informados na rotulagem, por meio de etiquetas de balança ou similares, os dados da indústria de origem do alimento em questão.

### 3.3 FRAUDE POR SUBSTITUIÇÃO DE ESPÉCIES

Em 2015, o MAPA estabeleceu, dentro do Programa de Avaliação de Conformidade de Produtos de Origem Animal (PACPOA), o Subprograma de Controle Oficial da Fraude por Substituição de Espécies de Pescado, e desde então, são realizadas coletas de amostras de produtos da pesca e da aquicultura, nacionais e importados, sob todas as formas de apresentação, quais sejam: (a) pescado congelado, (b) pescado salgado, (c) pescado defumado, (d) conservas de pescado e (e) pratos prontos a base de pescado (MAPA, 2016). O subprograma utiliza-se da técnica de DNA *barcoding* para a identificação de espécies de interesse comercial no Brasil, analisadas no Laboratório oficial Federal de Defesa Agropecuária de Goiânia (LFDA/GO), que é considerado referência mundial na identificação taxonômica de

peixes por técnica molecular (CARVALHO et al., 2017). O direcionamento da coleta de amostras é para produtos em que há maior propensão à substituição de espécies, devido, principalmente, ao alto valor de mercado da espécie substituída (MAPA, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021). O primeiro relatório de dados, publicado em 2016, apontou para um índice de fraude em pescado importado de 10,42% e de 26,32% nos produtos de pescado nacionais (MAPA, 2016). Todos os relatórios publicados a partir de 2018 obtiveram 100% de conformidade nas amostras de produtos importados. Para as amostras de produtos nacionais, os relatórios de 2016, 2017 e 2018, os quais coletaram apenas produtos de estabelecimentos sob inspeção federal (SIF), apresentaram tendência de aumento nos produtos conformes. Em 2019, o plano de amostragem passou a incluir estabelecimentos nacionais menores, o que impactou no índice de conformidade daquele ano, voltando a apresentar melhoras nos relatórios de 2020 e 2021. A **Tabela 3** apresenta os resultados obtidos das análises de DNA realizadas pelo LFDA/GO no Subprograma de Controle Oficial da Fraude por Substituição de Espécies de Pescado, desde a primeira divulgação, em 2016. A substituição de bacalhau (*G. morhua*) por outras espécies foi identificada nos relatórios de 2016 e 2019, em ambos, a espécie utilizada na substituição foi a polaca-do-Alasca (*G. chalcogrammus*). Outras 11 espécies também foram identificadas como tendo sido fraudadas ao longo do período, como as sardinhas (*Sardina pilchardus*, *Sardinella* spp., *Sardinops* spp.), pescadas (*Cynoscion* spp.) e merluza (*Merluccius* spp.), entre outras (MAPA, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021).

**Tabela 3:** Índice de Conformidade obtido nas análises realizadas pelo MAPA no Subprograma de Controle Oficial da Fraude por Substituição de Espécies de Pescado.

| Ano do Relatório | Origem das Amostras | Nº de Amostras Analisadas | Nº de Amostras Conformes | Índice de Conformidade |
|------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|
| 2016             | nacional            | 190                       | 140                      | 73,68%                 |
|                  | importado           | 48                        | 43                       | 89,58%                 |
| 2017             | nacional            | 145                       | 118                      | 81,38%                 |
|                  | importado           | 44                        | 41                       | 93,18%                 |
| 2018             | nacional            | 121                       | 116                      | 95,86%                 |
|                  | importado           | 29                        | 29                       | 100%                   |
| 2019             | nacional            | 113                       | 83                       | 73,45%                 |
|                  | importado           | 20                        | 20                       | 100%                   |
| 2020             | nacional            | 179                       | 156                      | 87,15%                 |
|                  | importado           | 30                        | 30                       | 100%                   |

|      |           |     |     |        |
|------|-----------|-----|-----|--------|
| 2021 | nacional  | 174 | 157 | 90,23% |
|      | importado | 57  | 57  | 100%   |

**Fonte:** adaptado de (MAPA, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021).

Estudos brasileiros que utilizaram a técnica de DNA *barcode* para a identificação de espécies de pescado apontam para alta incidência de fraude de peixes comercialmente importantes no país. Carvalho, Sampaio e Santos (2020) avaliaram peixes comercializados em supermercados do Pará e encontraram 26% e 9% de fraude em dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*), respectivamente. As espécies utilizadas na substituição eram, em sua maioria, mais baratas, indicando fraude econômica intencional. Em outro estudo, também conduzido no estado do Pará, filés de peixe vendidos sob o nome de pescada-amarela tiveram 45,4% de substituição por espécies mais baratas (BARBOSA et al., 2020).

Em trabalhos brasileiros envolvendo a fraude de bacalhau, Calegari et al. (2020) encontraram 30% de fraude com a substituição de bacalhau (*G. morhua*) por outras espécies (*P. virens* e *G. chalcogrammus*) no varejo de Porto Alegre, Rio Grande do Sul; enquanto Carvalho et al. (2017) encontraram 3% de substituição de bacalhau (*G. morhua* e *G. macrocephalus*) por ling azul (*Molva dypterygia*), em amostras colhidas diretamente de estabelecimentos beneficiadores de pescado. Em 2015, Carvalho et al. identificaram substituição em 25% das amostras de bacalhau-do-Atlântico (*G. morhua*) por outras espécies (*G. macrocephalus* e *Molva molva*).

Internacionalmente também são relatados grandes problemas relacionados à fraude de bacalhau (*cod*), justamente por agrupar espécies de alto valor econômico. Xiong et al. (2016) encontraram erros de rotulagem em mais de 60% de produtos vendidos com a expressão “bacalhau” (*cod*) em mercados chineses, e atribuíram parte das fraudes à falta de harmonização nas definições de bacalhau para o mercado chinês, mas apontam que em 57,7% das amostras, a espécie utilizada sequer era da ordem dos Gadiformes, indicando forte tendência à fraude intencional. Na Espanha, a taxa de rotulagem incorreta em relação à espécie informada foi de 6,2%, com uma frequência claramente superior em apresentações mais processadas (preparados, salgados ou defumados) que no bacalhau-do-Atlântico (*G. morhua*) fresco ou congelado. Também foi identificada frequência de fraude com maior frequência em amostras oriundas de restaurantes (13,2%) quando comparadas a mercados

populares e supermercados (6,4% e 5%, respectivamente) (HELGOE; OSWALD; QUATTRO, 2020). O trabalho realizado por Pardo e Jiménez (2020), apenas com amostras oriundas de serviços de alimentação, demonstrou que 13% dos pratos à base de bacalhau-do-Atlântico (*G. morhua*) eram outras espécies (*G. chalcogrammus*, *Thunnus* spp., *M. molva* e *Gallus Gallus*). Na Bélgica, 4% das amostras de *G. morhua*, adquiridas em todos os elos da cadeia, se apresentaram fraudadas por *P. virens*, *Melanogrammus aeglefinus* e *G. chalcogrammus* (DECONINCK et al., 2020). Feldmann et al. (2021) encontraram nove amostras, de um total de 16 (56%), rotuladas como *G. morhua* fraudadas com *M. aeglefinus* em amostras coletadas na França; mas em todas as 101 amostras coletadas na Alemanha e 71 coletadas na Holanda, a identificação da espécie estava adequada e condizente com o resultado da análise de DNA *barcoding*.

Erros na indicação da espécie comercializada podem, em teoria, ocorrer com qualquer espécie de peixe. Todavia, há que se considerar que, na prática, eles ocorrem na direção do equilíbrio entre oferta e demanda, em que produtos mais demandados são mais frequentemente substituídos por produtos mais disponíveis. Um aspecto bastante grave e muitas vezes negligenciado em relação à fraude de pescado diz respeito a mascarar os dados de conservação e estoque de determinadas espécies selvagens, sinalizando abundância nos estoques naturais daquelas que são ampla e ricamente ofertadas no mercado, mas que na realidade estão escassas devido à sobrepesca e são substituídas por outras espécies ou por animais produzidos em cativeiro (MUNGUIA-VEGA et al., 2022). Este efeito, chamado *diluição*, dificulta a implementação de políticas de conservação e impede a conscientização do consumidor, mantendo altas as demandas pelos produtos de espécies escassas. Ainda, há uma tendência em identificar que a substituição de espécies no mundo todo ocorre principalmente quando há ineficiência no manejo pesqueiro, estoques de peixes mais vulneráveis e maiores impactos sobre a pesca de outras espécies (KROETZ et al., 2020).

Embora todos os estudos apontem para fraudes intencionais, há um consenso no fato de haver a possibilidade de fraudes não intencionais quando há falta no esclarecimento das definições de espécies e os nomes comuns que podem ser aplicados a elas. Giusti et al. (2022) levantam a discussão acerca das definições de espécies e formas de apresentação que a expressão “bacalhau” pode assumir nos

diversos países europeus, de forma que possa haver a identificação de fraude em um país, e não em outro. Na Itália, “*baccalà*” é utilizada para designar peixe salgado exclusivamente das espécies *G. morhua* e *G. macrocephalus*. Na Espanha, “*bacalao*” é o nome popular de todas as espécies do gênero *Gadus*, incluindo *Gadus chalcogrammus* (polaca-do-Alasca), uma das espécies mais apontadas pelos estudos na substituição de bacalhau-do-Atlântico (*G. morhua*). Por fim, na Romênia, a expressão “*bacaliar*” só pode ser usada para a espécie *Merlangius merlangus*, peixe da família *Gadidae* chamado de badejo em Portugal.

El Sheikha e Xu (2016) consideram que a rastreabilidade da cadeia pesqueira é fundamental e urgente para o desenvolvimento sustentável da produção de pescado. A obtenção de informações completas e confiáveis sobre todas as etapas da cadeia traz benefícios nos aspectos de segurança sanitária, sustentabilidade socioeconômica, eficiência comercial, controle de qualidade, atendimento à legislação, e, o mais importante, é fundamental para a redução e o combate à pesca ilegal.

#### 3.4 DNA BARCODING UTILIZANDO O GENE CODIFICADOR DA COI

A classificação taxonômica de espécies baseada em marcadores morfológicos foi utilizada por muitas décadas. Entretanto, o uso exclusivo da morfologia tende a ser uma técnica demorada e imprecisa, uma vez que marcadores morfológicos podem ser alterados por condições ambientais e, até mesmo, pelas interpretações de diferentes autores. No entanto, os avanços em biologia molecular permitiram grandes saltos no que diz respeito à taxonomia, possibilitando a superação das restrições impostas pela classificação morfológica (GOYAL; SOBTI, 2022). A identificação de espécies por técnicas moleculares é particularmente relevante quando não estão disponíveis características morfológicas suficientes na amostra, por exemplo, em estágios precoces de desenvolvimento (ovos, larvas, embriões), em amostras danificadas, ou ainda em amostras que sejam apenas partes de um indivíduo (sangue, fluídos, músculo, pelos, etc.) (YUAN et al., 2022).

DNA *barcoding* é um método taxonômico que se utiliza de um ou mais marcadores genéticos curtos na identificação de amostras de DNA de espécies desconhecidas, a partir da comparação com amostras de espécies já catalogadas (“Bold Systems”, 2022). DNA mitocondrial ou nuclear podem ser utilizados na técnica

de DNA *barcode*, mas o DNA mitocondrial é mais utilizado, por ser geralmente menor, ter origem materna e existir na célula em número de cópias várias vezes maior do que o número de cópias de DNA nuclear (XIONG et al., 2019). Ainda, o genoma mitocondrial está mais limitadamente exposto a recombinações que o genoma nuclear (HEBERT et al., 2003).

A ideia de uma sequência curta de DNA capaz de identificar diferenças genéticas o suficiente para diferenciar espécies se compara ao uso universal do código de barras, em que a alternância de 10 numerais dispostos em uma sequência de 11 posições gera um total de 100 bilhões de identificadores únicos. Diferentemente do código de barras numérico, as sequências de DNA possuem apenas 4 opções de nucleotídeos para serem alternados em cada posição, porém, o tamanho da sequência pode ser muito maior. Considerando também que alguns nucleotídeos são permanentes em algumas posições, enquanto outros variam dentro da mesma espécie, há que se concluir que não é possível estabelecer um “código de barras” com qualquer sequência de DNA (HEBERT et al., 2003).

O uso de fragmento padronizado em 658 pares de base (bp) do gene codificador da citocromo C oxidase, subunidade 1 (COI), foi proposto por Hebert et al., em 2003, como marcador universal na identificação de espécies, para ser utilizado como “código de barras” capaz de classificar qualquer táxon do reino Animal. Desde então, o número de sequências parciais do gene codificador da COI disponíveis em bancos de dados públicos aumenta rapidamente, tendo se tornado o fragmento genético mais utilizado na identificação de espécies animais (PENTINSAARI et al., 2016; RATNASINGHAM; HEBERT, 2013).

O DNA *barcoding* utilizando o gene codificador da COI se mostrou uma técnica confiável e acessível para a identificação e delimitação de espécies de uma ampla variedade taxonômica, sendo considerada a técnica padrão-ouro na classificação taxonômica de espécies do reino Animal (MUNGUIA-VEGA et al., 2022).

No que tange à identificação de espécies comercialmente relevantes, principalmente espécies de pescado, nos quais frequentemente ocorre a descaracterização do animal utilizado na apresentação comercial dos produtos, as técnicas moleculares de classificação taxonômica, em especial DNA *barcoding*, são

bastante significantes, beneficiando imensamente as ações de combate e monitoramento de fraudes, uma vez que os meios de avaliação morfológica requerem um animal inteiro, opção comumente não disponível em termos comerciais (GIAGKAZOGLU et al., 2022; MILLER; MARIANI, 2010).

## 4. ARTIGO

### DNA Barcoding Identification Exposes Mislabeled Salted Cod (*Gadus* spp.) Products Retailed at Porto Alegre, Brazil

Natália da Conceição Noll<sup>1</sup>, Michele Bertoni Mann<sup>2</sup>, Ana Paula Guedes Frazzon<sup>3</sup>,  
Jeverson Frazzon<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Biochemistry of Microorganisms, Institute of Food Science and Technology (ICTA), Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul (RS), Brazil.

<sup>2</sup> Institute of Biosciences (IB), Federal University of Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande, Mato Grosso do Sul (MS), Brazil.

<sup>3</sup> Department of Microbiology, Institute of Healthy Basic Science (ICBS), UFRGS, RS, Brazil.

*Advance in Biological Research*, 2023, 4(1), 1-8 <https://www.hillpublisher.com/journals/abr/>

ISSN Online: 2635-0319

Received: December 28, 2022

Accepted: January 26, 2023

Published: March 1, 2023

#### ABSTRACT:

Fish fraud is a worldwide problem, mainly due to the characteristics of the production chain, which includes the previous processing of fish on the ship, still at sea, in addition to the morphological similarities between species. Salted cod, an important commodity imported to Brazil, ends up being morphologically mischaracterized due to the salting process, and, later, due to handling by retailers. The aim of the present study was to evaluate legal aspects related to commercialization of salted cod, through the evaluation of sale presentation, label information and species involved. Collected samples were handled by retailers previously to sale. DNA barcode sequencing was used as a molecular tool in order to identify species traded under the name “cod” (bacalhau). The target was the mitochondrial cytochrome c oxidase gene (COI). Labeling problems were observed in 91% of the analyzed products and species substitution was present in 13% of collected samples. Continuous inspection actions on products sold by retailers are important to reduce the occurrence of fraud in salted fish products.

**Keywords:** COI, Consumer, Fish products, Mislabeling, DNA barcode, Cod, Retailers

## INTRODUCTION

Brazil is one of the biggest consumers and importers of cod (*bacalhau* in Portuguese language), perhaps due to the influence of Portuguese colonization, and since Portugal is one of the main cod exporting countries. However, the expression “*bacalhau*” (cod) is commonly used to designate dried salted fish products. This expression ends up confusing the consumers. Thus, according to Brazilian Normative Instruction nº 53, of 2020, of the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA), only fish of the species *Gadus morhua* (Atlantic cod), *Gadus macrocephalus* (Pacific cod) and *Gadus ogac* (Greenland cod) can receive the name cod (BRASIL, 2020). Other fish prepared using this technique may mislead the consumer, for example, the preparation of the native fish pirarucu (*Arapaima gigas*), which is known as “Amazonian cod” (CHICRALA; KATO; FRANCO DE LIMA, 2017).

Dried salted cod marketed in Brazil originates mainly from Norway and Portugal, and in 2021, this was the 5th most imported seafood product (SEAFOOD BRASIL, 2021b). Due to the high labour costs, Norway usually exports whole flattened dried salted cod (COSTA FIGUEIRA PINTO, 2018), resulting in the need for handling and portioning by the retailer.

Fish substitution fraud is documented in several studies and can be as significant as 30% in some countries (MUNGUIA-VEGA et al., 2022). Mislabelling is associated with several factors, including economic fraud, illegal trade in protected species or even unintentional errors caused by lack of traceability (DONLAN; LUQUE, 2019).

Although studies carried out in Brazil have shown a high incidence of labelling errors in dried salted cod products offered for sale (CALEGARI et al., 2020; CARVALHO et al., 2015, 2017), data from MAPA's Official Fish Fraud Control Subprogram, using DNA barcoding, indicate that exporting traders are not responsible for this kind of fraud (MAPA, 2020), which raises doubts about the fulfilment of the links in the chain, after the importation.

Thus, the present study aimed to obtain more data that could elucidate aspects related to dried salted cod offered to the final consumer. What legal aspects are

violated during the sale of dried salted cod, how often mislabelling occurs and, which species are used as substitute.

## MATERIALS AND METHODS

### *Sample collection*

Forty-five salted fish products labelled as cod were purchased from 15 distinct sellers, covering supermarkets, specialized food emporiums, the city's public market and one importer distributor, from March 2021 to January 2022. Two criteria were considered for sampling: (a) the sample was shredded, and (b) the sample has been portioned by retailers. The purchase spots reached all the different retailers that portion salted cod themselves in Porto Alegre. To avoid collecting the same product batch, the time between samples from the same retailer was 60 days or more. All samples were desalted through immersion in filtered water for 48 h, and the water was changed every twelve hours. Desalted tissues were then frozen at -20 °C until DNA extraction. The samples were named with numbers from 1 to 15 representing the retailer and a letter from A to C. The **Table 1** brings the information available about the samples at purchasing time.

### *Molecular identification*

DNA extraction was conducted using the E.Z.N.A.® Tissue DNA kit (Omega Bio-Tek, 2019) following the manufacturer's instructions. The product was quantified using Qubit Fluorometer (ThermoFisher Scientific®). A fragment of approximately 650 base pairs (bp) of the COI mitochondrial gene was amplified using the degenerated primers FISHCO1LBC: 5' – TCA ACY AAT CAY AAA GAT ATY GGC AC – 3', and FISHCO1HBC: 5' – ACT TCY GGG TGR CCR AAR AAT CA – 3' (HANDY et al., 2011). The amplifications were carried out in a 25 µL reaction consisting of 1,25 µL of each primer (10 µmol), 2,50 µL of buffer (10X), 1,0 µL of MgCl<sub>2</sub> (2 mM), 0,50 µL of dNTP (0,2 mM), 0,20 µL of Taq polymerase (1 U), and 14 to 34 ng/µL of DNA template. PCR conditions comprised an initial denaturation step of 94°C for 12 min, followed by 40 cycles of 30 s at 94°C, 30 s at 64°C and 30 s at 72°C, and a final step of 72°C for 10 min (CARVALHO et al., 2017). The PCR products were verified by electrophoresis in an agarose gel and sequenced by Sanger method.

### *Data analysis*

DNA sequences were compared to the Barcode of Life Data System (BOLD) database for molecular identification. Top matches recovered from searches using the Species Level Barcode Records on BOLD identification website were annotated, considering a threshold of 99% for species identification. Latin scientific names were associated to the corresponding market names following the official Brazilian governmental regulatory list of species (BRASIL, 2022a).

## **RESULTS AND DISCUSSIONS**

### *Presentation and label evaluation*

The Brazilian Normative Instruction nº 1 of 2019 of MAPA determines that salted dried fish must be marketed properly packaged and kept under refrigeration conditions. In turn, the label must bring the common name of the fish used and the expression “salted” or “dried salted”, according to the product’s moisture content. Furthermore, when the fish used are from Salmonidae or Gadidae families, Latin scientific names must be present (BRASIL, 2019).

Popularly, for Brazilian consumers, the city’s public markets are considered the best places to buy the higher quality fish, including salted cod (COSTA FIGUEIRA PINTO, 2018). However, regarding the exposure for sale, all of the 12 (26%) samples purchased from retailers in the public market of the city of Porto Alegre were neither packaged nor chilled, also, one (2%) sample from a specialized emporium was packaged placed at room temperature. All of them contrary to legal provisions. In addition to Brazilian regulations, the Norwegian Food Research Institute (NOFIMA) and label from original producer’s packaging advise on the need for refrigeration for proper conservation and product’s safety.

**Table 1:** Sample characteristics and label information available at purchase.

| SalD | RC  | SeE   | Pr<br>(US\$/kg) | Product Description              | Species expected        |
|------|-----|-------|-----------------|----------------------------------|-------------------------|
| 1A   | PM  | B, RT | 26,84           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 1B   | PM  | B, RT | 22,41           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 1C   | PM  | B, RT | 23,96           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 2A   | PM  | B, RT | 23,66           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 2B   | PM  | B, RT | 22,41           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 2C   | PM  | B, RT | 23,96           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 3A   | SE  | P, RT | 12,62           | BACALHAU DA NORUEGA              | <i>G. morhua</i>        |
| 3B   | SE  | P, Re | 16,40           | BACALHAU DESFIADO 2 <sup>a</sup> | <i>G. morhua</i>        |
| 3C   | SE  | P, Re | 18,55           | BACALHAU DESFIADO 2 <sup>a</sup> | <i>G. morhua</i>        |
| 4A   | PM  | B, RT | 17,70           | GADUS MORHUA                     | <i>G. morhua</i>        |
| 4B   | PM  | B, RT | 16,76           | APARAS GADUS MORHUA              | <i>G. morhua</i>        |
| 4C   | PM  | B, RT | 18,63           | APARAS GADUS MORHUA              | <i>G. morhua</i>        |
| 5A   | PM  | B, RT | 23,84           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 5B   | PM  | B, RT | 22,41           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 5C   | PM  | B, RT | 23,96           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 6A   | SM  | P, Re | 26,79           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 6B   | SM  | P, Re | 31,61           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 6C   | SM  | P, Re | 33,59           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 7A   | SM  | P, Re | 25,05           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 7B   | SM  | P, Re | 31,63           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 7C   | SM  | P, Re | 33,15           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 8A   | SM  | P, Re | 13,99           | BACALHAU SALGADO MACRO           | <i>G. macrocephalus</i> |
| 8B   | SM  | P, Re | 18,01           | BACALHAU PORTO MORHUA            | <i>G. morhua</i>        |
| 8C   | SM  | P, Re | 14,96           | BACALHAU IMPERIAL                | <i>G. morhua</i>        |
| 9A   | ImD | P, Re | 18,67           | BACALHAU IMPERIAL                | <i>G. morhua</i>        |
| 9B   | ImD | P, Re | 24,34           | BACALHAU SALGADO MACRO           | <i>G. macrocephalus</i> |
| 9C   | ImD | P, Re | 18,59           | BACALHAU PORTO MORHUA            | <i>G. morhua</i>        |
| 10A  | SM  | P, Re | 16,11           | BACALHAU PORTO MORHUA            | <i>G. morhua</i>        |
| 10B  | SM  | P, Re | 19,99           | BACALHAU IMPERIAL                | <i>G. morhua</i>        |
| 10C  | SM  | P, Re | 18,74           | BACALHAU PORTO MORHUA            | <i>G. morhua</i>        |
| 11A  | SM  | P, Re | 31,68           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 11B  | SM  | P, Re | 31,27           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 11C  | SM  | P, Re | 33,23           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 12A  | SM  | P, Re | 29,05           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 12B  | SM  | P, Re | 31,27           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 12C  | SM  | P, Re | 33,59           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 13A  | SM  | P, Re | 27,78           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 13B  | SM  | P, Re | 31,12           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 13C  | SM  | P, Re | 23,58           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 14A  | SM  | P, Re | 26,70           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 14B  | SM  | P, Re | 31,43           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 14C  | SM  | P, Re | 33,15           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 15A  | SM  | P, Re | 30,99           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 15B  | SM  | P, Re | 31,38           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |
| 15C  | SM  | P, Re | 33,28           | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        |

SalD = sample ID, RC = retailer classification, ImD = Importer Distributor, PM = public market, SE = specialized emporium, SM = supermarket, SeE = selling exposure, B = bulk, P = packaged, RT = room temperature, Re = refrigerated, Pr = price.

Only four (9%) samples were labelled according to the Brazilian legislation. Of these, three samples were acquired from an importer distributor (9A, 9B and 9C) and one sample was obtained from a supermarket (8A). **Table 2** brings the summary of results of the presentation and label evaluations and **Graphic 1** and **Graphic 2** bring the percentage of compliance of each evaluation. Both selling exposure and labelling problems raise questions regarding the frequency and rigor of inspections and health education actions that are directed at salted cod, once these aspects are easy to identify and available at retailers. Inspection actions and the existence of regulatory directives are effective in inhibiting mislabelling, consistent with European findings, in which retail establishments are more rigorously supervised than restaurants and showed minors fraud rates (HELGOE; OSWALD; QUATTRO, 2020).

#### *Species identification*

Of the 45 samples analysed, 29 were successfully identified at the species level. Of the 16 samples left, three of them had successful amplification, but were not able to be identified at sequencing, and the other 13 samples did not have successful amplification. An attempt of amplification was carried out with 18S primer, also with no success, which may indicate DNA degradation, presumably due to the salt used in product preparation (HELGOE; OSWALD; QUATTRO, 2020).

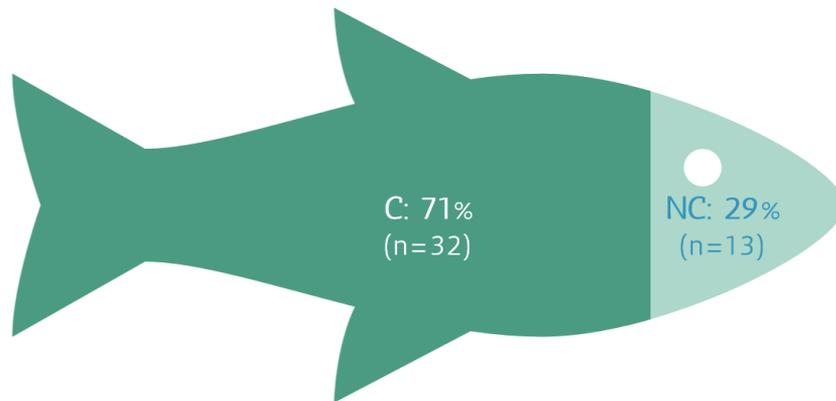
From the 29 samples successfully identified, 25 were identified as *G. morhua* or *G. macrocephalus*, therefore complying to the use of the expression “bacalhau” (cod). However, one sample (10C) was identified in the sequencing as *G. macrocephalus*, but was labelled as “Codfish Porto Morhua” and was expected to be *G. morhua*. While species replacement has been confirmed, a question is asked about intentional fraud, since the price of the mislabelled sample (US\$ 18,74) has the same average price of samples declared and confirmed as *G. macrocephalus* (US\$ 19,17).

**Table 2:** Summary of presentation and label evaluation results.

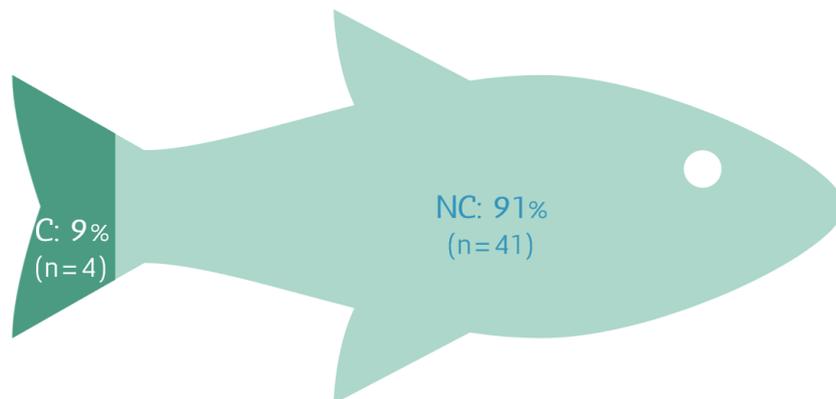
| Sample id | Selling Presentation |              | Label Information                    |                 |
|-----------|----------------------|--------------|--------------------------------------|-----------------|
|           | packaging            | conservation | common name +<br>salted/dried salted | scientific name |
| 1A        | NC                   | NC           | NC                                   | NC              |
| 1B        | NC                   | NC           | NC                                   | NC              |
| 1C        | NC                   | NC           | NC                                   | NC              |
| 2A        | NC                   | NC           | NC                                   | NC              |
| 2B        | NC                   | NC           | NC                                   | NC              |
| 2C        | NC                   | NC           | NC                                   | NC              |
| 3A        | C                    | NC           | NC                                   | NC              |
| 3B        | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 3C        | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 4A        | NC                   | NC           | NC                                   | <b>C</b>        |
| 4B        | NC                   | NC           | NC                                   | <b>C</b>        |
| 4C        | NC                   | NC           | NC                                   | <b>C</b>        |
| 5A        | NC                   | NC           | NC                                   | NC              |
| 5B        | NC                   | NC           | NC                                   | NC              |
| 5C        | NC                   | NC           | NC                                   | NC              |
| 6A        | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 6B        | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 6C        | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 7A        | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 7B        | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 7C        | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 8A        | <b>C</b>             | <b>C</b>     | <b>C</b>                             | <b>C</b>        |
| 8B        | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 8C        | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 9A        | <b>C</b>             | <b>C</b>     | <b>C</b>                             | <b>C</b>        |
| 9B        | <b>C</b>             | <b>C</b>     | <b>C</b>                             | <b>C</b>        |
| 9C        | <b>C</b>             | <b>C</b>     | <b>C</b>                             | <b>C</b>        |
| 10A       | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 10B       | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 10C       | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 11A       | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 11B       | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 11C       | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 12A       | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 12B       | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 12C       | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 13A       | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 13B       | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 13C       | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 14A       | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 14B       | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 14C       | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 15A       | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 15B       | C                    | C            | NC                                   | NC              |
| 15C       | C                    | C            | NC                                   | NC              |

C = compliant NC = non-compliant.

**Graphic 1:** Percentage of compliant (C) and non-compliant (NC) samples regarding temperature of selling presentation



**Graphic 2:** Percentage of compliant and non-compliant samples regarding label information



One of the possible reasons for the accidental mislabelling is the fact that two (or more) species share common names, leading the food handler to believe that it is the same product (DELPIANI et al., 2020). In this specific case, where both species involved, the declared and the used, can be called “cod”. Three other samples were identified as fraudulent. 6A, 10A and 10B. The species used were actually *Molva molva*, *Pollachius virens* and *Brosme brosme*, respectively. **Table 3** brings all the sequencing results for the samples and Graphic 3 brings the summary of results on species identification compliance.

The incorrectly labeled samples 10A, 10B and 10C originate from the same supermarket and sample 6A from another. In both places the fish used for substitution were also sold with the correct label, raising, once again, questions about the intention

of fraud. Regarding accidental labeling, all the other 14 retailers sold cod and other North Atlantic salted products, even so there was no substitution of species in their products. Thus, it can be inferred that, although it is possible that the labeling errors found do not have the real intention of economic fraud, there is, at the very least, an omission on the part of the responsible retailers, with regard to the training of employees on identification and product labelling.

Studies have showed lack of regulation about common names and scientific Latin names allowed for commercially important species, as well as when the product's label does not include the scientific Latin name of the species used are facilitating factors for species substitution (MUNGUIA-VEGA et al., 2022; PANPROMMIN; MANOSRI, 2022). Brazilian legislation on the commercialization of salted cod contemplates these two issues, reinforcing, once again, the need to enforce the provisions of legislation.

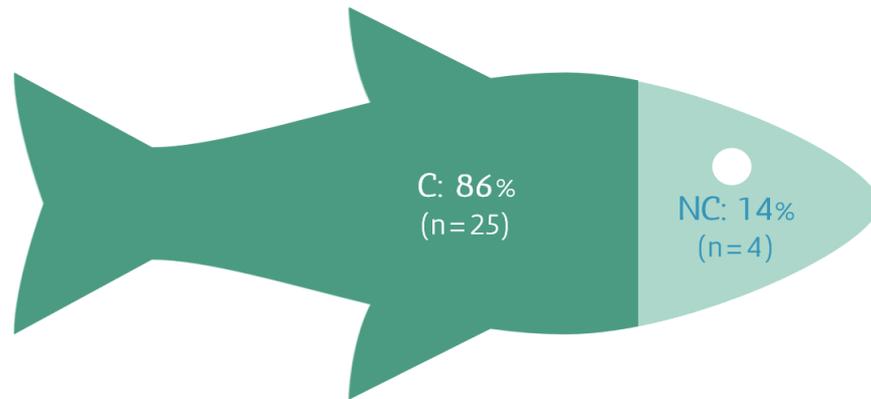
Research carried out in Brazilian retailers found a replacement rate of salted cod of 10% (CARVALHO et al., 2017), 22% (CARVALHO et al., 2015) and 30% (CALEGARI et al., 2020). The differences between the findings, including those of the present study, suggest that more control measures, population information and research on the subject are still needed.

**Table 3:** Sequencing results and BOLD percentage of similarity with samples

| Sample ID | Product Description              | Species expected        | Barcode Identification  | % BOLD Similarity |
|-----------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| 1A        | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | n/a                     | -                 |
| 1B        | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 100               |
| 1C        | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 100               |
| 2A        | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | no match                | -                 |
| 2B        | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | n/a                     | -                 |
| 2C        | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | n/a                     | -                 |
| 3A        | BACALHAU DA NORUEGA              | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 100               |
| 3B        | BACALHAU DESFIADO 2 <sup>a</sup> | <i>G. morhua</i>        | n/a                     | -                 |
| 3C        | BACALHAU DESFIADO 2 <sup>a</sup> | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 100               |
| 4A        | GADUS MORHUA                     | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 100               |
| 4B        | APARAS GADUS MORHUA              | <i>G. morhua</i>        | n/a                     | -                 |
| 4C        | APARAS GADUS MORHUA              | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 100               |
| 5A        | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | Sf                      | -                 |
| 5B        | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | n/a                     | -                 |
| 5C        | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 100               |
| 6A        | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | <i>M. molva</i>         | 100               |
| 6B        | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 100               |
| 6C        | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 100               |
| 7A        | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 99,83             |
| 7B        | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | n/a                     | -                 |
| 7C        | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | n/a                     | -                 |
| 8A        | BACALHAU SALGADO MACRO           | <i>G. macrocephalus</i> | <i>G. macrocephalus</i> | 100               |
| 8B        | BACALHAU PORTO MORHUA            | <i>G. morhua</i>        | Sf                      | -                 |
| 8C        | BACALHAU IMPERIAL                | <i>G. morhua</i>        | n/a                     | -                 |
| 9A        | BACALHAU IMPERIAL                | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 100               |
| 9B        | BACALHAU SALGADO MACRO           | <i>G. macrocephalus</i> | <i>G. macrocephalus</i> | 100               |
| 9C        | BACALHAU PORTO MORHUA            | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 100               |
| 10A       | BACALHAU PORTO MORHUA            | <i>G. morhua</i>        | <i>P. virens</i>        | 100               |
| 10B       | BACALHAU IMPERIAL                | <i>G. morhua</i>        | <i>B. brosme</i>        | 100               |
| 10C       | BACALHAU PORTO MORHUA            | <i>G. morhua</i>        | <i>G. macrocephalus</i> | 100               |
| 11A       | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 100               |
| 11B       | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 100               |
| 11C       | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | n/a                     | -                 |
| 12A       | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 100               |
| 12B       | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | n/a                     | -                 |
| 12C       | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | n/a                     | -                 |
| 13A       | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 100               |
| 13B       | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | n/a                     | -                 |
| 13C       | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 100               |
| 14A       | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 99,39             |
| 14B       | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 100               |
| 14C       | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 100               |
| 15A       | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 100               |
| 15B       | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 99,61             |
| 15C       | BACALHAU PORTO                   | <i>G. morhua</i>        | <i>G. morhua</i>        | 100               |

n/a = no amplification; Sf = sequencing failure

**Graphic 3:** Percentage of compliant and non-compliant samples regarding species identification



from the same location suggests intentional fraud and relative carelessness in the handling of salted fish. As the data collected by MAPA point to adequate labeling and speciation of imported salted cod, it is concluded that the following links in the chain are compromising the reliability of this important food until it reaches the consumer's table. Although it is necessary to expand inspections of fisheries products through more accurate techniques that involve DNA analysis, ensuring the authenticity of the product purchased by the consumer. However, for this, several barriers must be overcome, ranging from the proper conservation of the samples, through the costs and time required to obtain the results of analysis, which makes punitive actions difficult, although not impossible. On the other hand, verifying the labeling of these products through more frequent inspection actions and imposing more rigorous punishments on counterfeiters is a relatively simpler task, and can bring positive results, even in the short term. The data obtained highlight the importance of inspection actions that already exist in the country and reinforce the quality of existing legal standards. At the same time, the information suggests the need to impose greater rigor on retailers. Finally, this study could serve as a basis for further research on the subject.

## REFERENCES

**Bold Systems.** Disponível em: <<https://www.boldsystems.org/>>. Acesso em: 8 out. 2022.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 1, de 15 de janeiro de 2019.** Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 15 jan. 2019. Disponível em: <[http://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/59629991](http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/59629991)>

BRASIL. **Instrução Normativa nº 53 de 1º de setembro de 2020.** Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1 set. 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-53-de-1-de-setembro-de-2020-275906964>>

BRASIL. **Anexo da IN MAPA nº 53, de 1º de setembro de 2020.** Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2022a. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/suasa/regulamentos-tecnicos-de-identidade-e->>

CALEGARI, B. B. et al. DNA barcode authentication reveals highly fraudulent Cod commerce in Porto Alegre, Brazil. **Forensic Science International: Reports**, v. 2, p. 100072, 1 dez. 2020.

CARVALHO, D. C. et al. DNA Barcoding identification of commercialized seafood in South Brazil: A governmental regulatory forensic program. **Food Control**, v. 50, p. 784–788, 1 abr. 2015.

CARVALHO, D. C. et al. Nationwide Brazilian governmental forensic programme reveals seafood mislabelling trends and rates using DNA barcoding. **Fisheries Research**, v. 191, p. 30–35, 1 jul. 2017.

CHICRALA, P. C. M. S.; KATO, H. DE A.; FRANCO DE LIMA, L. K. Pirarucu salgado seco. 2017.

COSTA FIGUEIRA PINTO, J. **Country of origin and its effect on consumers' purchase intention of Norwegian salted and dried cod: A study of the Brazilian market.** Aalesund: Norwegian University of Science and Technology, 2018.

DELPANI, G. et al. Are we sure we eat what we buy? Fish mislabelling in Buenos Aires province, the largest sea food market in Argentina. **Fisheries Research**, v. 221, 1 jan. 2020.

DONLAN, C. J.; LUQUE, G. M. Exploring the causes of seafood fraud: A meta-analysis on mislabeling and price. **Marine Policy**, v. 100, p. 258–264, 1 fev. 2019.

HANDY, S. M. et al. A Single-Laboratory Validated Method for the Generation of DNA Barcodes for the Identification of Fish for Regulatory Compliance. **Journal of AOAC INTERNATIONAL**, v. 94, n. 1, p. 201–210, 1 jan. 2011.

HELGOE, J.; OSWALD, K. J.; QUATTRO, J. M. A comprehensive analysis of the mislabeling of Atlantic cod (*Gadus morhua*) products in Spain. **Fisheries Research**, v. 222, p. 105400, 1 fev. 2020.

MAPA. **Anuário dos Programas de Controle de Alimentos de Origem Animal do DIPOA**. Brasília: 2020. Disponível em: <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>

MUNGUIA-VEGA, A. et al. DNA barcoding reveals global and local influences on patterns of mislabeling and substitution in the trade of fish in Mexico. 2022.

PANPROMMIN, D.; MANOSRI, R. DNA barcoding as an approach for species traceability and labeling accuracy of fish fillet products in Thailand. **Food Control**, v. 136, 1 jun. 2022.

SEAFOOD BRASIL. **7º Anuário - Seafood Brasil**. Brasil, 2021. Disponível em: <<https://www.seafoodbrasil.com.br/revista/seafood-brasil-40-7th-yearbook-7-anuario>>. Acesso em: 17 jul. 2022b.

## 5. DISCUSSÃO GERAL

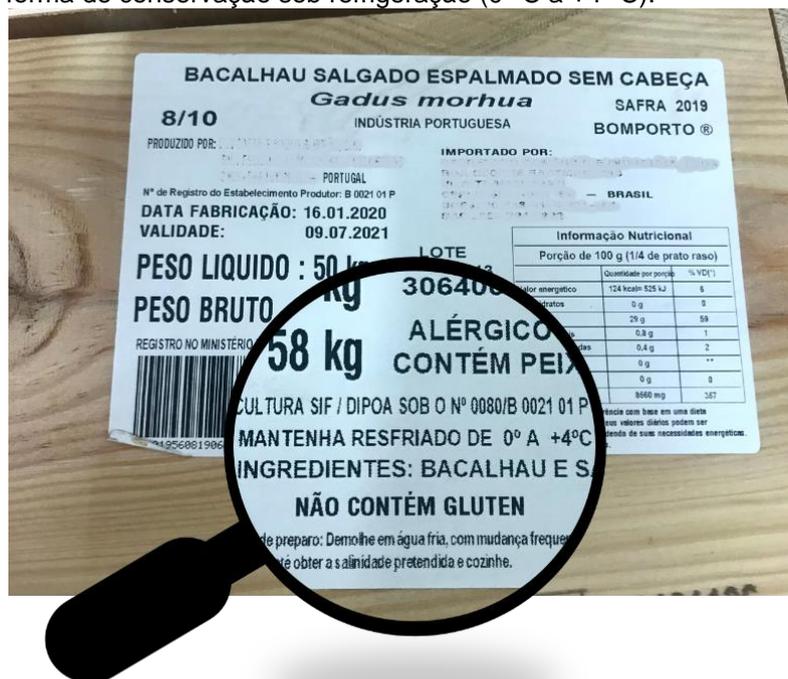
Considerando a importância do Brasil no consumo mundial de bacalhau salgado, os aspectos legais que envolvem sua comercialização e as expectativas dos consumidores relacionadas à cultura de seu consumo; ainda, tendo em vista a tendência, apontada por estudos no mundo inteiro, de altas taxas de fraude por substituição de espécies de pescado de alto valor comercial, este estudo teve por objetivo levantar informações e avaliar as condições apresentadas pelo varejo de Porto Alegre acerca da comercialização do bacalhau salgado, bem como, determinar, através de caracterização molecular, as espécies de peixe utilizadas, e se estas caracterizam ou não fraude por substituição de espécie.

A avaliação para este experimento contou com três etapas. Primeiramente, no ato da coleta, foi avaliada a condição de conservação do produto exposto à venda. Em um segundo momento, ainda durante a coleta, a rotulagem foi verificada, sendo que este item é considerado um aspecto legal importante, pois nele estão dispostas as informações disponíveis ao consumidor. Por fim, as amostras coletadas foram submetidas à análise molecular para a distinção e identificação de espécies através da análise de DNA *barcoding*. As sequências obtidas pela metodologia de sequenciamento de Sanger foram submetidas ao banco de dados internacional BOLD Systems para identificação da espécie coletada.

Popularmente, em Porto Alegre e no resto do Brasil, os Mercados Públicos Municipais são considerados os melhores locais para se adquirir os peixes mais frescos e de maior qualidade, incluindo bacalhau salgado seco (COSTA FIGUEIRA PINTO, 2018). Sendo assim, é possível inferir que o consumidor confia na forma como o produto é dado à venda, nas condições de armazenamento e na sua rastreabilidade. Contudo, todas as bancas do Mercado Público de Porto Alegre, visitadas para este estudo, mostraram as maiores irregularidades quanto à conservação do produto e sua rotulagem. Todas as 12 (26%) amostras, coletadas em quatro diferentes bancas, estavam expostas em embalagens abertas (a granel) e fora de refrigeração. Das três coletas realizadas em uma casa especializada em alimentos importados, uma (2%) delas estava embalada, porém, sem refrigeração. Todos os supermercados visitados (60% das amostras) e o estabelecimento importador (6% das amostras) mantinham seus produtos devidamente embalados e refrigerados.

A legislação brasileira (BRASIL, 2019), a legislação europeia (PORTUGAL, 2006; UE, 2010), o Instituto Norueguês de Estudos para a Alimentação (JOESEN; OLSEN, 2021), bem como, a rotulagem original dos produtores de bacalhau salgado (**Figura 6**), orientam sobre a necessidade de refrigeração do produto para adequada conservação e manutenção da sanidade do alimento. O fato de o local em que os consumidores mais confiam suas compras de bacalhau salgado ser justamente o local onde a exposição do produto apresenta os maiores riscos sanitários e as principais infrações legais acerca da primeira etapa avaliada deixa claros os aspectos culturais milenares que acompanham um alimento tão tradicional, e levanta questionamentos em relação à frequência e rigor das fiscalizações e ações de educação sanitárias que são direcionadas ao bacalhau salgado.

**Figura 6:** Destaque do rótulo do produto, na caixa original, proveniente do estabelecimento produtor (Portugal), com destino ao estabelecimento importador (Brasil), com destaque para a forma de conservação sob refrigeração (0 °C a +4 °C).



**Fonte:** Acervo Pessoal (2021)

Acerca das informações de rotulagem, apenas 9% das amostras traziam todas as informações necessárias e obrigatórias, foram elas: as três (7%) amostras adquiridas no estabelecimento importador, direto da caixa proveniente da indústria, e mais uma (2%) amostra adquirida em supermercado. As amostras coletadas no Mercado Público, por não estarem sequer embaladas individualmente, não cumpriam

nenhum requisito de rotulagem, e, mesmo após sua embalagem e pesagem para aquisição do produto, as etiquetas de balança disponibilizadas mostravam-se incompletas. Da mesma forma, os demais estabelecimentos comerciais traziam informações incompletas na rotulagem. Mais uma vez, aqui se podem questionar as ações fiscalizatórias e de educação sanitária, uma vez que as informações de rotulagem estão amplamente visíveis e disponíveis.

Estudos preliminares realizados no Brasil, por Carvalho et al. (2015) e Calegari et al. (2020) identificaram, respectivamente, 10% e 30% de falhas envolvendo a expressão “bacalhau” associada ao nome comum de espécies não permitidas pela legislação (“bacalhau alaska”, “bacalhau saithe” e “bacalhau ling”). Diferentemente destas pesquisas, nenhuma das amostras coletadas trazia o nome comum de uma espécie não permitida a ser chamada de bacalhau. Essa diferença de achados tão significativa pode ter ocorrido pelo fato de as legislações acerca da padronização de comercialização e nomenclatura de produtos de pescado salgado e salgado seco (BRASIL, 2019, 2020) terem sido revisadas e atualizadas recentemente. A conformidade no uso da expressão “bacalhau” para a nomenclatura dos peixes salgados secos expostos à venda indica uma tendência de adequação do varejo à legislação.

A ideia de que ações fiscalizatórias e regulamentações existentes são eficazes no combate à substituição de espécies condiz com achados de estudos semelhantes, em que estabelecimentos de varejo europeus, os quais são mais rigorosamente fiscalizados que restaurantes, apresentaram índices de fraude consideravelmente menores (HELGOE; OSWALD; QUATTRO, 2020).

Na terceira etapa de avaliação das amostras foi realizado o sequenciamento do gene mitocondrial codificador da COI. De todos os 45 exemplares coletados foi possível identificar, de acordo com a classificação taxonômica, 29 (64%) deles no nível de espécie. Destes, 23 (79%) foram identificados como *G. morhua* ou *G. macrocephalus*, havendo conformidade entre o uso da expressão “bacalhau” e a espécie utilizada. Entretanto, uma das amostras, identificada no rótulo como “Bacalhau Porto Morhua”, indicando tratar-se de *G. morhua*, teve compatibilidade de 100% para *G. macrocephalus*. Embora tenha sido confirmada a substituição da espécie nesse caso, há que se indagar se esta fraude foi realmente intencional, uma

vez que o valor por quilograma (R\$ 104,89) estava dentro da média de preço encontrado nas amostras declarada e confirmadamente como sendo de *G. macrocephalus* (R\$ 104,40).

Uma das razões possíveis para a substituição acidental de espécies reside no fato de duas (ou mais) espécies compartilharem nomes comuns, levando o manipulador do alimento a crer que se trata do mesmo produto (DELPIANI et al., 2020), como é este caso específico, em que ambas as espécies envolvidas, a declarada e a utilizada, podem ser chamadas de “bacalhau”. As três amostras cuja espécie utilizada não poderia ser chamada de bacalhau eram de *M. molva* (ling), *P. virens* (saithe) e *B. brosme* (zarbo), todas consideradas fraudulentas.

Os quatro (13%) exemplares com substituição de espécies eram provenientes de dois supermercados diferentes. Três deles, cujas espécies utilizadas foram *G. macrocephalus*, *P. virens* e *B. brosme*, vieram de um estabelecimento e a quarta amostra fraudada, que utilizou *M. molva* como a espécie substituta, era proveniente de outro. Ambos locais possuíam as espécies substituídas para venda, sob o nome correto, trazendo, mais uma vez, o questionamento acerca da intenção da fraude.

Sobre a intencionalidade das fraudes encontradas, leva-se em conta que todos os 14 estabelecimentos visitados, cuja identificação das espécies utilizadas foi bem-sucedida, possuíam outras espécies de peixe salgado à venda, e, portanto, estavam todos sujeitos à troca não intencional das espécies. Ainda, todas as espécies utilizadas na substituição são oriundas do Atlântico Norte e visualmente muito semelhantes, somando a descaracterização morfológica pelo processamento, tornam suas diferenças imperceptíveis para a maioria dos consumidores. As características sensoriais entre as carnes dessas diferentes espécies também são bastante semelhantes (HELGOE; OSWALD; QUATTRO, 2020). Dessa forma, pode-se inferir que, embora seja possível que as fraudes encontradas não tenham sido com a real intenção de ganhos econômicos, existe, no mínimo, uma omissão dos responsáveis pelos estabelecimentos, no que diz respeito à capacitação de seus colaboradores na identificação do produto a ser manipulado e posteriormente rotulado.

Helgoe; Oswald; e Quattro (2020) encontraram amostras declaradas como sendo de bacalhau salgado misturadas com outras espécies: haddock (*M. aeglefinus*)

e ling (*M. molva*). Esses achados podem tanto sugerir fraude econômica, visando o aumento do rendimento da porção, como mistura não intencional, embora sejam espécies comumente encontradas em estudos como substitutas para bacalhau. O mesmo estudo relevou uma única (0,2% das fraudes encontradas) substituição de bacalhau (*G. morhua*) por merluza (*Merluccius merluccius*), um peixe considerado mais desejado e mais caro na Espanha, sugerindo troca acidental das espécies. Por outro lado, quando as taxas de fraude foram comparadas levando-se em conta a apresentação do produto, foi verificado aumento significativo na fraude de preparações mais elaboradas, que descaracterizam mais o produto. O bacalhau ofertado em pratos prontos (restaurantes) teve a maior incidência de fraude (11,1%) e em segundo lugar, o bacalhau salgado, com 9,4% de fraudes. Produtos frescos e congelados apresentaram 4,2% e 1,2% de fraude, respectivamente (HELGOE; OSWALD; QUATTRO, 2020).

Estudos revelam que fraudes são facilitadas, e, portanto, mais comuns, quando há falta de regulamentação entre nomes comuns e nomes científicos permitidos para as espécies comercialmente importantes, bem como, quando a rotulagem do produto não traz o nome científico da espécie utilizada (MUNGUIA-VEGA et al., 2022; PANPROMMIN; MANOSRI, 2022). A legislação brasileira acerca da comercialização de bacalhau contempla essas duas questões, reforçando, mais uma vez, a necessidade de que se faça cumprir o disposto em legislação.

Para ampliar a discussão neste tema, se faz necessário um aprofundamento, incluindo amostras que declarem o uso de espécies de menor custo para que seja possível verificar a ocorrência de substituição por espécies de maior custo como, neste caso, bacalhau.

Durante a coleta das amostras, não foi possível identificar, de forma visual, quais espécies seriam fraudulentas ou não. A descaracterização do peixe na apresentação de lascas torna impossível a identificação ou diferenciação da espécie, até mesmo pela diferença de coloração da musculatura. O valor cobrado também não levanta suspeitas, uma vez que ele variou bastante: mínimo de R\$ 69,80/kg (US\$ 12,62) e máximo de R\$185,00/kg (US\$ 33,50). As seis amostras de menor custo foram confirmadas como sendo verdadeiramente bacalhau. A amostra identificada como zarbo estava na posição cinco de custo mais elevado.

Helgoe; Oswald e Quattro (2020) identificaram, na Espanha, uma taxa de fraude de 13,2% em restaurantes, enquanto nos supermercados a taxa de fraude foi de 5% (a fraude média geral entre os estabelecimentos foi de 6,2%). Já em estudos conduzidos em estabelecimentos de varejo no Brasil, a substituição de bacalhau por outras espécies foi de 10% (CARVALHO et al., 2017), 22% (CARVALHO et al., 2015) e de 30% (CALEGARI et al., 2020). Essas diferenças entre os achados, incluindo os da presente pesquisa, sugerem que ainda se faz necessário um aprofundamento sobre o tema.

Ainda que seja necessária ampliação da pesquisa e fiscalização de produtos de pescado com análise de DNA para assegurar ao consumidor a autenticidade do que se compra, pode-se dizer que existem muitas dificuldades, desde a conservação adequada das amostras, passando pelos custos e tempo necessários para se obter um resultado, o que dificultam, embora não impossibilitem, as ações punitivas. Por outro lado, no que diz respeito à adequação de rotulagem, o aumento na frequência e no rigor de ações fiscalizatórias é uma tarefa relativamente mais simples, com possíveis resultados positivos, mesmo no curto prazo.

## 6. CONCLUSÕES

A presente pesquisa revelou não conformidade ampla e disseminada na rotulagem de bacalhau salgado exposto à venda, além de uma incidência relativamente elevada (13%) de substituição fraudulenta de espécies, especialmente mais baratas que bacalhau. A existência de três amostras fraudulentas provenientes de um mesmo local sugere fraude intencional e relativo descuido na manipulação do peixe salgado no ponto de venda.

Uma vez que os dados levantados pelo MAPA apontam para adequada rotulagem e especificação do bacalhau importado, conclui-se que os elos seguintes da cadeia estão comprometendo a confiabilidade deste importante alimento até sua chegada à mesa dos consumidores.

O uso de DNA *barcode* por autoridades sanitárias para além do MAPA, na fiscalização de estabelecimentos de venda de pescado salgado, da mesma forma que o aumento na fiscalização geral dos estabelecimentos no que diz respeito à apresentação de venda e rotulagem tende a reduzir as ocorrências de fraude.

Os dados obtidos reiteram a importância da continuidade nas ações fiscalizatórias já existentes no país, além de reforçarem a qualidade da legislação existente. Ao mesmo tempo, as informações apontam para a necessidade de maior rigor nos elos finais da cadeia. Servem, por fim, de base para outros estudos de aprofundamento sobre o tema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Atlantic Cod | NOAA Fisheries.** Disponível em: <<https://www.fisheries.noaa.gov/species/atlantic-cod>>. Acesso em: 21 fev. 2023.

MARINE BIO. **Atlantic Cod ~ MarineBio Conservation Society.** Disponível em: <<https://www.marinebio.org/species/atlantic-cod/gadus-morhua/>>. Acesso em: 25 fev. 2023.

BARBOSA, A. J. et al. Molecular authentication by DNA barcoding and multiplex PCR assay reveals mislabeling and commercial fraud of the Acoupa weakfish (*Cynoscion acoupa*), an economically important sciaenid marketed in Brazil. **Food Control**, v. 117, p. 107351, 1 nov. 2020.

**Bold Systems.** Disponível em: <<https://www.boldsystems.org/>>. Acesso em: 8 out. 2022.

BOUCHARD, J. Casting the net: early Atlantic fisheries and colonial expansion, 15-16th centuries. **Tempo**, v. 28, n. 1, p. 160–177, 4 abr. 2022.

BRASIL. **Censo Demográfico - IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=9749&t=resultados>>. Acesso em: 19 set. 2020.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 1, de 15 de janeiro de 2019.** Brasil.Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, , 15 jan. 2019. Disponível em: <[http://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/59629991](http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/59629991)>

BRASIL. **Instrução Normativa nº 53 de 1º de setembro de 2020.** Brasil.Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, , 1 set. 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-53-de-1-de-setembro-de-2020-275906964>>

BRASIL. **Anexo da IN MAPA nº 53, de 1º de setembro de 2020.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/suasa/regulamentos-tecnicos-de-identidade-e->>.

BRASIL. **Resolução RDC nº 727, de 1º de julho de 2022.** Brasil.Agência Nacional de Vigilância Sanitária, , 1 jul. 2022b. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-727-de-1-de-julho-de-2022-413249279>>

CALEGARI, B. B. et al. DNA barcode authentication reveals highly fraudulent Cod commerce in Porto Alegre, Brazil. **Forensic Science International: Reports**, v. 2, p. 100072, 1 dez. 2020.

CAMARGO NETO, R. P. DE; ABDALLAH, P. R. **Demanda por bacalhau seco e salgado no Brasil – entre 1989-2014**. XI Iberian Conference on Rural Studies. **Anais...**Vila Real: out. 2016. . Acesso em: 25 out. 2020

CARVALHO, D. C. et al. DNA Barcoding identification of commercialized seafood in South Brazil: A governmental regulatory forensic program. **Food Control**, v. 50, p. 784–788, 1 abr. 2015.

CARVALHO, D. C. et al. Nationwide Brazilian governmental forensic programme reveals seafood mislabelling trends and rates using DNA barcoding. **Fisheries Research**, v. 191, p. 30–35, 1 jul. 2017.

CHICRALA, P. C. M. S.; KATO, H. DE A.; FRANCO DE LIMA, L. K. Pirarucu salgado seco. 2017.

COSTA FIGUEIRA PINTO, J. **Country of origin and its effect on consumers' purchase intention of Norwegian salted and dried cod: A study of the Brazilian market.!** Aalesund: Norwegian University of Science and Technology, 2018.

COSTELLO, C. et al. The future of food from the sea. **Nature**, v. 588, p. 95, 2020.

DE CARVALHO, S. C.; SAMPAIO, I.; SANTOS, S. DNA barcoding reveals mislabeling and commercial fraud in the marketing of fillets of the genus *Brachyplatystoma* Bleeker, 1862, the Amazonian freshwater catfishes economically important in Brazil. **Heliyon**, v. 6, n. 9, p. e04888, 1 set. 2020.

DECONINCK, D. et al. A high-quality genetic reference database for European commercial fishes reveals substitution fraud of processed Atlantic cod (*Gadus morhua*) and common sole (*Solea solea*) at different steps in the Belgian supply chain. **Food and Chemical Toxicology**, v. 141, 1 jul. 2020.

DELPANI, G. et al. Are we sure we eat what we buy? Fish mislabelling in Buenos Aires province, the largest sea food market in Argentina. **Fisheries Research**, v. 221, 1 jan. 2020.

DONLAN, C. J.; LUQUE, G. M. Exploring the causes of seafood fraud: A meta-analysis on mislabeling and price. **Marine Policy**, v. 100, p. 258–264, 1 fev. 2019.

EGENESS, F.-A.; PLEYM, I. E.; LOPANE, A. R. **Norsk klippfisk til Brasil. Markedsendringer i et Viktig Klippfiskmarked**. Tromsø: [s.n.].

EL SHEIKHA, A. F.; XU, J. (JP). Traceability as a Key of Seafood Safety: Reassessment and Possible Applications. <http://dx.doi.org/10.1080/23308249.2016.1254158>, v. 25, n. 2, p. 158–170, 3 abr. 2016.

FAO. **Hunger | FAO | Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <<https://www.fao.org/hunger/en/>>. Acesso em: 24 fev. 2023.

FAO. **The State of World Fisheries and AquacultureINFORM**. Roma: American Oil Chemists Society, 2020.

FELDMANN, F. et al. Dna analysis detects different mislabeling trend by country in european cod fillets. **Foods**, v. 10, n. 7, 1 jul. 2021.

GIAGKAZOGLU, Z. et al. Flying under the radar: DNA barcoding ray wings in Greece detects protected species and umbrella labelling terms. **Food Control**, v. 132, 1 fev. 2022.

GIUSTI, A. et al. Mislabeling in seafood products sold on the Italian market: A systematic review and meta-analysis. **Food Control**, p. 109395, mar. 2022.

GORDON, D. V. Country of origin growth modelling for imported salted & dried (Klippfisk) products to Brazil. **Journal of Commodity Markets**, v. 12, p. 31–43, 1 dez. 2018.

GOYAL, N.; SOBTI, R. C. Molecular basis of animal systematics including barcoding. Em: **Advances in Animal Experimentation and Modeling**. [s.l.] Elsevier, 2022. p. 19–26.

HANDY, S. M. et al. A Single-Laboratory Validated Method for the Generation of DNA Barcodes for the Identification of Fish for Regulatory Compliance. **Journal of AOAC INTERNATIONAL**, v. 94, n. 1, p. 201–210, 1 jan. 2011.

HEBERT, P. D. N. et al. Biological identifications through DNA barcodes. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 270, n. 1512, p. 313–321, 7 fev. 2003.

HELGOE, J.; OSWALD, K. J.; QUATTRO, J. M. A comprehensive analysis of the mislabeling of Atlantic cod (*Gadus morhua*) products in Spain. **Fisheries Research**, v. 222, p. 105400, 1 fev. 2020.

**IUCN**. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/>>. Acesso em: 8 out. 2022.

JOESEN, S.; OLSEN, S. H. **All you need to know about salting fish**. Disponível em: <<https://nofima.com/worth-knowing/all-you-need-to-know-about-salting-fish/>>. Acesso em: 10 set. 2022.

JOHANSEN, E.; MANGSETH, L.; MOE, I. **Bacalao, bacalhau, baccalà**. 1st. ed. [s.l.] Orkana, 2003.

KROETZ, K. et al. Consequences of seafood mislabeling for marine populations and fisheries management. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 117, n. 48, p. 30318–30323, 2020.

KURLANSKY, M. **Cod: a biography of the fish that changed the world**. 1. ed. Rio de Janeiro: Nova fronteira, 2000.

LORENTZEN, G. **Salt used in the saltfish industry. State of the art**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <[www.nofima.no](http://www.nofima.no)>.

LORENTZEN, G. **Two-year minimum shelf life for clipfish**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://nofima.com/results/two-year-minimum-shelf-life-for-clipfish/>>. Acesso em: 25 set. 2022.

MADSEN, A. O.; CHKONIYA, V. Fish Consumption in the Age of the Information Society - The Evolution of the Fish Sector in Portugal. **European Journal of Social Sciences**, v. 2, n. 2, p. 36, 30 maio 2019.

MAPA. **Anuário dos Programas de controle de Alimentos de Origem Animal do DIPOA**. Brasília: [s.n.].

MAPA. **Anuário dos Programas de Controle de Alimentos de Origem Animal do DIPOA**. Brasília: [s.n.].

MAPA. **Anuário dos Programas de Controle de Alimentos de Origem Animal do DIPOA**. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>.

MAPA. **Anuário dos Programas de Controle de Alimentos de Origem Animal do DIPOA**. Brasília: [s.n.].

MAPA. **Anuário dos Programas de Controle de Alimentos de Origem Animal do DIPOA**. Brasília: [s.n.].

MAPA. **Anuário dos Programas de Controle de Alimentos de Origem Animal do DIPOA**. Brasília: [s.n.].

MILLER, D. D.; MARIANI, S. Smoke, mirrors, and mislabeled cod: poor transparency in the European seafood industry. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 8, n. 10, p. 517–521, 1 dez. 2010.

MUNGUIA-VEGA, A. et al. DNA barcoding reveals global and local influences on patterns of mislabeling and substitution in the trade of fish in Mexico. 2022.

NSC. Record high Norwegian seafood exports in 2021. **Norwegian Seafood Council**, jan. 2022.

NUNES, M. L.; LEITÃO, A. L.; AFONSO, I. **Bacalhau Salgado Seco: Influência da Demolha e do Tratamento Culinário na sua Qualidade** Susana Maria Neves Serra Gonçalves Maio de 2011 JURI PRESIDENTE: Professora Doutora Benilde Mendes. [s.l: s.n.].

OCEANA. **Atlantic Cod - Oceana**. Disponível em: <<https://oceana.org/marine-life/atlantic-cod/>>. Acesso em: 24 fev. 2023.

OLIVEIRA, A.; TORRES, R. Comex Pautado pela Pandemia. **Seafood Brasil ed. 42**, p. 62–70, jan. 2022.

ØSTLI, J. et al. The importance of bacalhau consumption in Portugal and a preliminary product consumer test in Lisboa. Em: **Seafood research from fish to dish: quality, safety and processing of wild and farmed fish**. [s.l.] Wageningen Academic Publishers, Netherlands, 2006. p. 241–249.

**Pacific Cod | NOAA Fisheries**. Disponível em: <<https://www.fisheries.noaa.gov/species/pacific-cod>>. Acesso em: 21 fev. 2023.

PANPROMMIN, D.; MANOSRI, R. DNA barcoding as an approach for species traceability and labeling accuracy of fish fillet products in Thailand. **Food Control**, v. 136, 1 jun. 2022.

ROQUE LEMES, P. C. **Revisão taxonômica das abróteas do gênero Urophycis Gill, 1893 no Atlântico Sul (Gadiformes: Gadidae)**. [s.l: s.n.].

PARDO, M. Á.; JIMÉNEZ, E. DNA barcoding revealing seafood mislabeling in food services from Spain. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 91, 1 ago. 2020.

PEIXE BR. **PeixeBR | Associação Brasileira da Piscicultura**. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/>>. Acesso em: 19 set. 2020.

PENTINSAARI, M. et al. Molecular evolution of a widely-adopted taxonomic marker (COI) across the animal tree of life. **Scientific Reports**, v. 6, 13 out. 2016.

PEREIRA DIAS, M. **Processo de Cura Amarela do Bacalhau: Dinâmica de Populações Microbianas, Indicadores Químicos e Descritores Sensoriais**. [s.l: s.n.].

PORTUGAL. **Decreto-Lei 25/2005, Estabelece as condições de comercialização de bacalhau seco**. Ministério da Agricultura, Pescas e Floresta Portugal Ministério da Agricultura, Pescas e Florestas, , 28 jan. 2006. Disponível em: <<https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/620906/details/maximized>>. Acesso em: 25 out. 2020

RATNASINGHAM, S.; HEBERT, P. D. N. A DNA-Based Registry for All Animal Species: The Barcode Index Number (BIN) System. **PLoS ONE**, v. 8, n. 7, 8 jul. 2013.

RIO GRANDE DO SUL. **Portaria nº 749/2019, da Secretaria da Saúde do Estado do Rio Grande do Sul**. , 2019.

SANTANA, A. J. R. **Desenvolvimento de um Modelo de Marketing Industrial aplicado na Indústria Alimentar: o caso do Pirarucu da Amazônia**. [s.l: s.n.].

SEAFOOD BRASIL. **Noruega vê recuperação do bacalhau no Brasil, mas em ritmo lento**. Disponível em: <<https://www.seafoodbrasil.com.br/noruega-ve-recuperacao-do-bacalhau-no-brasil-mas-em-ritmo-lento>>. Acesso em: 10 set. 2022a.

SEAFOOD BRASIL. **7º Anuário - Seafood Brasil**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.seafoodbrasil.com.br/revista/seafood-brasil-40-7th-yearbook-7-anuario>>. Acesso em: 17 jul. 2022b.

SEAFOOD FROM NORWAY. **The epic journey of the Skrei | Stories from Norway | Seafood from Norway**. Disponível em: <<https://fromnorway.com/Stories-from-Norway/a-perfect-environment/the-epic-journey-of-the-skrei/>>. Acesso em: 24 fev. 2023a.

SEAFOOD FROM NORWAY. **Stories from Norway - the-fish-police/**.

SIMMONS. **Atlantic Canadian companies proving the potential for salt cod | SaltWire**. Disponível em: <<https://www.saltwire.com/nova-scotia/business/atlantic->

canadian-companies-proving-the-potential-for-salt-cod-469014/>. Acesso em: 25 fev. 2023.

SOARES, I. S. **Determinação da autenticidade do bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*) e subprodutos comercializados em Portugal por meio de ferramentas moleculares.** [s.l: s.n.].

TORSKE, N.; SKRAM, T. **KLIPPFISK.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <[http://docplayer.me/2584911-Klippfisk-klippfish-salted-and-dried-cod-klippfisch-klippfiskloypa-bud-kristiansund-utsalg-og-serveringssteder.html#show\\_full\\_text](http://docplayer.me/2584911-Klippfisk-klippfish-salted-and-dried-cod-klippfisch-klippfiskloypa-bud-kristiansund-utsalg-og-serveringssteder.html#show_full_text)>. Acesso em: 5 set. 2020.

UE. **Caderno de Especificações e Obrigações do Produto Bacalhau de Cura Tradicional Portuguesa.** Portugal, fev. 2010.

XIONG, X. et al. DNA barcoding reveals chaotic labeling and misrepresentation of cod (*Xue*) products sold on the Chinese market. **Food Control**, v. 60, p. 519–532, 9 fev. 2016.

XIONG, X. et al. DNA Barcoding Revealed Mislabeling and Potential Health Concerns with Roasted Fish Products Sold across China. **Journal of Food Protection**, v. 82, n. 7, p. 1200–1209, 1 jul. 2019.

YUAN, C. et al. **Species identification on shark fin fragments based on DNA barcoding technique.** **Forensic Science International: Genetics** Elsevier Ireland Ltd, , 1 nov. 2022.