

# **Sustentabilidade do Bacalhau do Atlântico - Revisão temática**

## ***Atlantic Cod sustainability - Thematic review***

**Mariana Viegas Oliveira**

ORIENTADO POR: Prof.<sup>a</sup> Doutora Ada Margarida Correia Nunes da Rocha

COORIENTADO POR: Prof.<sup>a</sup> Doutora Maria Cristina Thierstein Romão Duarte Teixeira Santos

REVISÃO TEMÁTICA

I.º CICLO EM CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO | UNIDADE CURRICULAR ESTÁGIO

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DA UNIVERSIDADE DO PORTO

**TC**

**PORTO, 2021**





**Resumo**

Num mundo em que a sustentabilidade é o centro de muitos debates e negociações, é essencial estudar todos os fatores que contribuem negativamente para o ambiente. O Bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*) é uma espécie capturada no oceano Atlântico norte e desde há muito tempo apreciada pelos portugueses. A avaliação dos sistemas alimentares, nomeadamente, desta espécie, é importante, dado que ocorrem emissões de gases com efeito de estufa durante todas as etapas a que o peixe é submetido. Estas emissões são mais expressivas na etapa da captura devido ao consumo de combustível pelas embarcações. No entanto, não é apenas esta etapa que perfaz a cadeia alimentar do bacalhau e, por isso, todas as outras devem ser avaliadas nesta componente de sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Bacalhau do Atlântico, sustentabilidade, sistema alimentar, emissões de gases.

***Abstract***

In a world where sustainability is at the center of many debates and addicts, it is essential to study all the factors that negatively contribute to the environment. Atlantic cod (*Gadus morhua*) is caught in the North Atlantic Ocean and is since a long time appreciated by the Portuguese. It is important to evaluate the food systems, namely, of this species, because greenhouse gases emissions occur during all of the stages to which the fish is submitted. These emissions are more expressive in the capture stage due to fuel consumption by vessels. However, this is not the only stage that makes up the cod food chain and so all the other stages must be evaluated in this sustainability component.

**Keywords:** Atlantic Cod, sustainability, food system, gas emissions.

**Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos**

**CO<sub>2</sub>** - Dióxido de carbono

**CO<sub>2</sub>e** - Equivalentes de dióxido de carbono

**° C** - Grau Celsius

**FAO** - *Food and Agriculture Organization of United Nations* (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura)

**GEE** - Gases de Efeito de Estufa

**g** - Grama

**gCO<sub>2</sub>e** - Gramas de equivalentes de dióxido de carbono

**INE** - Instituto Nacional de Estatística

**kg** - Quilograma

**kgCO<sub>2</sub>e** - Quilograma de equivalentes de dióxido de carbono

**kJ** - Quilojoule

**km** - Quilómetros

**kWh** - Quilowatt hora

**L** - Litro

**MSC** - *Marine Stewardship Council*

**ODS** - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



## Sumário

Resumo.....	i
<i>Abstract</i> .....	ii
Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos .....	iii
Sumário .....	v
Introdução.....	1
Metodologia .....	4
Desenvolvimento.....	4
Análise crítica e Conclusão.....	10
Referências .....	15





## Introdução

O Bacalhau do Atlântico é uma das principais fontes marinhas do oceano Atlântico norte em termos económicos, culturais e ecológicos para muitos países desta zona costeira <sup>(1, 2)</sup>. Distribui-se geograficamente em ambos os lados do Oceano Atlântico norte. Do Cabo Hatteras à Baía de Ungava ao longo da costa norte-americana; costas leste e oeste da Gronelândia, estendendo-se por distâncias variáveis ao norte, dependendo das tendências climáticas; em torno da Islândia; costas da Europa do Golfo da Biscaia ao Mar de Barents, incluindo a região em torno da Ilha dos Ursos <sup>(3, 4)</sup>.

O seu nome científico é *Gadus morhua* e é uma das 59 espécies da família *Gadidae*. Apresenta um corpo redondo e alongado com a metade posterior fusiforme e recoberto de escamas pequenas, a cabeça relativamente estreita e grande. A cor do peixe é variável (acastanhada a esverdeada ou cinzenta dorsalmente e ventralmente apresenta cor pálida) e o peritoneu é prateado. A desova normalmente ocorre no inverno/primavera, entre os meses de janeiro e abril. Após o desenvolvimento do ovo, a larva alimenta-se essencialmente de plâncton e posteriormente de pequenos crustáceos. O bacalhau adulto alimenta-se principalmente de invertebrados e outros peixes menores e consegue viver até aos 25 anos <sup>(1, 5, 6)</sup>.

As suas características nutricionais, variam consoante o método de conservação e o tipo de confeção. De uma forma geral, o bacalhau é um peixe com baixo teor de gordura (0,1 - 0,8 g/ 100 g bacalhau) e especialmente rico em selénio e iodo, sendo fonte também de quantidades apreciáveis de fósforo, potássio e magnésio <sup>(7, 8)</sup>.

Mundialmente, o peixe é considerado uma fonte proteica importante para a população <sup>(9)</sup>, tendo em 2017, contribuído com 17% do consumo global de proteína animal e 7% do consumo total de proteínas. Em 2018, o consumo *per capita* foi de 20,5 kg <sup>(10)</sup>. O Bacalhau do Atlântico é uma das mais importantes espécies para as regiões que rodeiam o Atlântico Norte, tendo contado com uma captura anual de 1.218 toneladas em 2018. Este valor correspondeu a 2% do total de espécies capturadas nesse ano, ocupando o 9º lugar das espécies mais pescadas <sup>(11)</sup>. Entre 1950 e 2017, fez parte das 10 espécies mais pescadas. Do *stock* destas 10 espécies, em 2017, 69% foi pescado de forma biologicamente sustentável. No entanto, é uma das espécies com maior taxa de sobrepesca <sup>(10)</sup>. Por outro lado, enquanto que, em 2018 se verificou um crescimento geral da produção de peixe, em 2019, as pescas sofreram um decréscimo de cerca de 4% devido à menor pesca de certas espécies, nomeadamente, de bacalhau <sup>(12)</sup>.

Em Portugal, segundo dados do Instituto Nacional de Estatística (INE), em 2019, foram produzidas 29 777 toneladas de bacalhau congelado e 39 mil toneladas de bacalhau salgado seco, mais 1.234 toneladas e 3.207 toneladas do que no ano anterior, respetivamente. Além da produção nacional, também se importou bacalhau salgado seco, principalmente da Suécia, e bacalhau congelado, sobretudo da Rússia <sup>(13)</sup>.

No contexto atual em que a sustentabilidade é o centro da maior parte dos temas em discussão, estima-se que os sistemas alimentares contribuam com 20-40% das emissões antropogénicas de todas as atividades económicas <sup>(14)</sup>. A adoção de dietas e sistemas alimentares saudáveis e sustentáveis é considerada um dos principais fatores para combater a malnutrição e a baixa qualidade da alimentação de uma grande parte da população mundial, contribuindo ainda para reduzir o impacto

ambiental provocado pela produção e consumo dos alimentos. Um padrão alimentar sustentável é uma estratégia chave para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) <sup>(15)</sup>. Os 17 ODS foram desenvolvidos pelas Nações Unidas como resultado da necessidade de promover a prosperidade ao mesmo tempo que se trabalha no sentido de proteger o planeta e as gerações futuras <sup>(16)</sup>.

No âmbito deste estudo os objetivos 13 de combate às alterações climáticas e 14 que pretende contribuir para conservar e utilizar os recursos marinhos de forma sustentável são os mais abordados <sup>(17, 18)</sup>.

O consumo de fontes proteicas de origem animal está comprovadamente associado a um maior impacto ambiental. Contudo, a pecuária, a aquacultura e as pescas, influenciam o ambiente de forma distinta, sendo os produtos marinhos aqueles que oferecem opções mais sustentáveis <sup>(19)</sup>.

Estima-se que os principais impactos ambientais causados pelo sistema alimentar do pescado, nomeadamente, do Bacalhau do Atlântico, ocorram durante a etapa de captura <sup>(6, 20)</sup>. O *Marine Stewardship Council* (MSC) é uma das entidades que promove as pescas sustentáveis baseando-se em três princípios: 1) garantir a continuidade indefinidamente das espécies; 2) reduzir os impactos ambientais para que os ecossistemas se mantenham saudáveis; 3) possuir uma boa gestão das pescas e cumprir a legislação. Os produtos resultantes de pescas sustentáveis poderão obter um selo MSC o que permite distingui-los de outros produtos que não promovem a sustentabilidade <sup>(21, 22)</sup>. De acordo com o Relatório anual do MSC 2019-2020, o bacalhau juntamente com a pescada e a arinca foram as espécies com maior volume de capturas do programa de pescas sustentáveis MSC <sup>(23)</sup>.

O objetivo deste trabalho é compilar e analisar informação existente no âmbito da sustentabilidade da produção de bacalhau do Atlântico, desde a sua captura até que chegue ao consumidor final.

## Metodologia

A informação presente neste trabalho foi recolhida através da pesquisa de artigos em plataformas digitais como Elsevier, ResearchGate e Wiley Online Library. As palavras-chave foram “Atlantic cod” OR “*Gadus morhua*”, “Atlantic cod” AND “overfishing”, “Atlantic cod” AND “sustainability”, “Atlantic cod” AND “fisheries”, “Atlantic cod” AND “industry”, “Atlantic cod” AND “processing”.

Para obtenção de dados estatísticos sobre pescas e produção de bacalhau recorreu-se ao *site* da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) e do INE. Para recolha de informação relativa aos vários métodos de pesca investigou-se o *site* do *Marine Stewardship Council*. Sobre sustentabilidade pesquisou-se o *site* das Nações Unidas referente aos ODS <sup>(16)</sup>.

Por fim, como base de dados bibliográfica foi utilizada a plataforma EndNote®.

## Desenvolvimento

De acordo com a balança alimentar calculada pela FAO para o pescado, em 2017, Portugal foi o terceiro país da Europa com maior disponibilidade de pescado *per capita*, contando com 56,8 kg. Este valor encontra-se bastante acima dos 21,5 kg e dos 20,3 kg correspondentes à média europeia e à média mundial, respetivamente <sup>(11)</sup>.

O bacalhau é um peixe desde há muito pescado e apreciado pelos portugueses, especialmente, o bacalhau salgado seco pela sua tradição muito antiga no país <sup>(24)</sup>. Com a implementação das Zonas Económicas Exclusivas (ZEE) e com a entrada

de Portugal na então Comunidade Económica Europeia (CEE), foram estabelecidos novos acordos para a gestão das pescas e Portugal ficou prejudicado na sua quota de pesca. Desta forma, a importação de bacalhau, sobretudo da Noruega, passou a ser o mais comum <sup>(24)</sup>, o que implica um gasto acrescido com as deslocações e um maior impacte ambiental <sup>(25)</sup>.

A arte de pesca mais utilizada, na pesca do bacalhau, são as redes de arrasto, sendo as maiores áreas de captura o mar de Barents, em redor da Islândia, em Newfoundland (Canadá) e a oeste da Gronelândia. Nos últimos anos, a Islândia e a Noruega são os países que contam com a maior parcela destas áreas. Em 2017, foi a segunda espécie capturada no Atlântico norte com maior valor económico <sup>(26)</sup>.

As redes de arrasto têm um formato em cone e são arrastadas ao longo do oceano por um ou mais barcos. Além destas, também são utilizadas redes de emalhar que consistem numa rede suspensa na água com uma malha de determinada dimensão, que faz barreira a peixes de determinado tamanho; *longlines*, que correspondem a uma sequência de linhas, com anzóis e iscos, amarradas a uma linha principal presa no barco, podendo estar posicionada a diferentes profundidades, consoante a espécie que se pretende pescar; *Danish seines*, método muito semelhante às redes de arrasto, mas em que o barco fica ancorado; e, *purse seines* (ou pesca de cerco), que consiste numa rede que fica suspensa verticalmente na água com a borda inferior presa por pesos e a borda superior a boiar à superfície, de forma a criar um cerco em torno dos peixes <sup>(3, 27)</sup>.

Até ser capturado, o Bacalhau do Atlântico apresenta uma pegada de carbono nula. A partir do momento da captura várias podem ser as etapas a contribuir para

esta pegada, sendo, de acordo com vários autores, a etapa da captura a que mais contribui <sup>(6, 9, 20)</sup>. Vários estudos revelam que durante a captura, o fator com maior impacto ambiental é o consumo de combustível pelas embarcações, o que provoca emissões de Gases de Efeito de Estufa (GEE), que variam entre 0,24 - 1,5 L/kg peixe <sup>(9)</sup>. Quando comparados os vários métodos de pesca, aquele que mais contribui para as emissões de GEE é, sem dúvida, a rede de arrasto <sup>(6, 9, 25, 28)</sup>. Um estudo realizado entre 2005 e 2007 que avaliou o impacto ambiental de dois métodos de pesca, *longlines* e redes de arrasto obteve uma pegada de carbono para cada um destes métodos de 1,58 Quilogramas de equivalentes de dióxido de carbono (kgCO<sub>2</sub>e) e de 5,14 kgCO<sub>2</sub>e, respetivamente <sup>(29)</sup>.

Em 2011, estimou-se que todas as frotas de pesca a nível mundial utilizaram 40 mil milhões de litros de combustível, provocando emissões de 179 milhões de toneladas de GEE equivalentes de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>e) <sup>(20)</sup>.

As etapas de processamento a que o bacalhau é submetido permitem à indústria obter diferentes produtos em função dos processos tecnológicos de cada etapa. Assim, por exemplo é possível obter “bacalhau salgado seco” quando se termina o processamento na etapa da secagem e se deixa o bacalhau a maturar, ou “bacalhau salgado seco, demolido e ultracongelado” quando a demolha é feita pela indústria e não em ambiente doméstico.

### **Etapas de processamento do bacalhau**

#### **Evisceração, escala, descabeçamento e lavagem**

A primeira etapa a que o Bacalhau é submetido após a captura é a sangria, que tem como objetivo remover a maior quantidade de sangue possível. De seguida, o peixe é descabeçado, eviscerado e escalado. A evisceração deve ser efetuada com o maior cuidado para que restos de vísceras não se tornem um meio de

contaminação microbiológica, bem como para evitar soluções de continuidade. Das vísceras são aproveitados o fígado, para extração do óleo e a bexiga natatória, que pode ser utilizada para a produção de cola ou de samos de bacalhau. A escala é importante para permitir uma melhor lavagem e maior contacto do peixe com o sal na etapa posterior da salga. A lavagem permite a remoção de restos de vísceras, sangue e eventuais corpos estranhos, para que o bacalhau fique completamente limpo <sup>(30)</sup>.

### **Salga**

A salga é um dos métodos mais tradicionais de conservação dos alimentos e, em conjunto com a secagem, são os métodos mais aplicados no bacalhau. Baseia-se numa troca osmótica com a entrada de sal no interior dos tecidos que provoca a saída de água dos mesmos. Desta forma, este processo de conservação aumenta o tempo de vida útil do bacalhau pela redução da atividade da água <sup>(30)</sup>.

A salga realiza-se em tinas próprias, onde se colocam os peixes com o ventre para cima, sobrepondo-o em camadas intercaladas com sal <sup>(31)</sup>.

O produto resultante deste processo é designado “bacalhau salgado verde”, que, de acordo com o Decreto-Lei n.º 25/2005, de 28 de janeiro, é o produto que foi “sangrado, eviscerado, descabeçado, escalado ou filetado e que, após maturação físico-química pelo sal, apresenta um teor de sal igual ou superior a 16%, expresso em cloreto de sódio; e um teor de humidade superior a 51% e inferior ou igual a 58%” <sup>(32)</sup>.

### **Secagem**

O processo de secagem corresponde à remoção de água do peixe, com auxílio de calor e circulação de ar. A temperatura, humidade e velocidade do ar são fatores

importantes a controlar. A perda de água causada, quer por este processo quer pela salga, provoca a inibição enzimática que retarda por um longo período de tempo a deterioração do bacalhau. Fisicamente, os efeitos da secagem são a redução de peso e de volume do bacalhau <sup>(33)</sup>.

Existem duas formas de secagem, a natural e a artificial, sendo que atualmente esta última é a mais utilizada e tem substituído a secagem natural, através da exposição ao sol, por permitir obter um produto de boa qualidade e “*standard*” <sup>(33, 34)</sup>. O bacalhau resultante é denominado “bacalhau salgado seco” e consiste no “produto que tenha sido sangrado, eviscerado, descabeçado, escalado e lavado e que: i) Após maturação físico-química pelo sal, apresenta um teor de sal igual ou superior a 16%, expresso em cloreto de sódio; e, ii) Após lavagem e posterior secagem por evaporação natural ou artificial, possui um teor de humidade superior a 47% e inferior ou igual a 51%” <sup>(32)</sup>.

### **Demolha**

A demolha do bacalhau é um procedimento prévio necessário ao seu consumo. Antes de se proceder à demolha, realiza-se o corte do bacalhau, já que o tempo necessário para a demolha vai depender, entre outros, do tamanho da peça. Neste processo, em termos físico-químicos, o que ocorre é a reidratação das proteínas e a remoção de uma parte do sal incorporado durante a salga. Atualmente, a indústria efetua este processo e comercializa bacalhau demolido ultracongelado <sup>(34)</sup>.

### **Congelação**

A congelação após a demolha é um processo obrigatório, dado que o bacalhau demolido apresenta um curto período de tempo prateleira. Este processo de conservação vai interromper o desenvolvimento de microrganismos e de reações



físico-químicas prejudiciais ao bacalhau e, por isso, é utilizado quando se pretende conservar um produto durante um período de tempo mais longo sem que ocorram alterações. A congelação em túnel com corrente de ar frio proporciona uma congelação rápida e é o método mais utilizado pela indústria. Os túneis são equipados com ventiladores que emitem ar a uma velocidade entre 5 e 6 metros/segundo, com temperatura  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , permitindo uma velocidade de congelação cerca de  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$  <sup>(33, 34)</sup>.

### **Vidragem**

Consiste na formação de uma camada de gelo de espessura uniforme à superfície das peças de bacalhau congelado, através da imersão ou aspersão de água fria. Num tapete rolante o produto é encaminhado para um tanque com água refrigerada à temperatura de  $2\text{-}4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , onde é mergulhado e, posteriormente, é levado a um túnel de congelação para que a camada de água congele. Tem como objetivo proteger o produto de danos físicos e reduzir os efeitos de desidratação que possam ocorrer durante o armazenamento <sup>(34)</sup>.

### **Gastos energéticos na cadeia alimentar do bacalhau**

Para este processamento estima-se que sejam necessários  $794\text{ kWh/ tonelada}$  de bacalhau produzido <sup>(25)</sup>.

Para a etapa da congelação a energia consumida varia entre  $106$  e  $160\text{ kWh/ tonelada}$  de bacalhau, o que corresponde a cerca de  $60\%$  da energia necessária a todo o processamento <sup>(25)</sup>.

A etapa da secagem pode ter um consumo de energia variável entre  $0,164\text{ kWh/ kg}$  peixe e  $0,265\text{ kWh/ kg}$  peixe <sup>(25)</sup>.

Durante o tempo de conservação, os consumos energéticos são diferentes em função do tipo de arrefecimento. Ou seja, um peixe que apenas requeira refrigeração apresenta um consumo 0,438 kJ/ kg peixe \* dia, enquanto que um peixe que necessite de congelação consome 2,6 kJ/ kg peixe \* dia <sup>(25)</sup>.

O transporte, que pode ser efetuado por via terrestre, marítima ou aérea, apresenta emissões de gases com efeito de estufa muito mais elevadas para a via aérea - 879 gramas de equivalentes de dióxido de carbono (gCO<sub>2</sub>e)/ tonelada produto \* km, seguidas do transporte por via terrestre - 67-93 gCO<sub>2</sub>e/ tonelada produto \* km e, por fim, o transporte por via marítima com as menores emissões - 18-36 gCO<sub>2</sub>e/ tonelada produto \* km <sup>(25)</sup>.

## **Análise crítica e Conclusão**

A produção de bacalhau do Atlântico quando comparada com a produção de outras fontes alimentares de proteína animal, como a carne de vaca ou a de porco, apresenta uma pegada de carbono reduzida. A produção de 1 kg edível de carne de vaca e a de 1 kg edível de carne de porco provocam a emissão de 30 kgCO<sub>2</sub>e e 5,9 kgCO<sub>2</sub>e, respetivamente, correspondendo a valores bem mais elevados do que a produção de 1 kg edível de bacalhau (2,9 kgCO<sub>2</sub>e) <sup>(19, 25)</sup>. A maior pegada de carbono causada pela pecuária, principalmente pela produção de carne de vaca e de porco, deve-se ao facto de, desde o seu crescimento até ao abate, os animais também emitirem GEE, contrariamente ao bacalhau que, apenas a partir do momento em que é capturado, começa a causar impacte ambiental <sup>(6)</sup>. Apesar deste impacte causado pela cadeia alimentar do bacalhau ser reduzido, ainda assim a contribuição é relevante.

Na literatura disponível até ao momento, o consumo de combustível pelas embarcações é realmente o principal fator causador das emissões GEE, correspondendo a 86% das emissões durante esta etapa <sup>(35)</sup>. A seguir à pesca, o transporte do bacalhau do local de captura ou produção, ou seja, dos países com margem no Atlântico norte, até ao local de destino, é a segunda etapa que mais contribui para a pegada de carbono <sup>(28)</sup>. O consumo de combustível pelos camiões, barcos ou aviões, consoante o tipo de transporte efetuado, é o fator que provoca mais emissões de GEE, sendo que quanto maior a distância percorrida mais gases são emitidos. Por exemplo, o transporte de bacalhau do Atlântico, desde a Noruega até Portugal, em camião, percorrendo cerca de 4.429 km e considerando emissões de 67-93 gCO<sub>2</sub>e/ tonelada produto \* km <sup>(25)</sup>, perfaz um total de 296 743 - 411 897 gCO<sub>2</sub>e/ tonelada produto. Apesar das emissões calculadas para um percurso realizado de camião serem inferiores àquelas calculadas para uma viagem de avião <sup>(25)</sup>, para longas distâncias a segunda opção de transporte é, provavelmente, a mais adequada, uma vez que permite chegar ao destino mais rapidamente. No entanto, são escassos os trabalhos que estudam e apresentam valores para os impactes ambientais causados pela etapa do transporte deste peixe em específico.

Com esta pesquisa percebeu-se que os estudos realizados neste âmbito avaliam o ciclo de vida dos produtos <sup>(28, 36)</sup>, desde a captura até ao consumidor final, dando ênfase, essencialmente, à fase da captura e desvalorizando as restantes, isto é, não traduzem o real impacte ambiental causado pela cadeia alimentar completa. Desta forma, é imperativo que, para um melhor conhecimento deste impacte, sejam realizados estudos que abranjam todas as etapas da cadeia alimentar e do

sistema de abastecimento e comercialização do bacalhau do Atlântico, da sua cadeia de valor.

Durante o processamento, segundo um relatório realizado pelo Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE), para avaliação do consumo energético da produção de bacalhau salgado seco e demolido ultracongelado, ocorrem emissões de 16 024 toneladas de CO<sub>2</sub>e. Estas emissões decorrem do consumo energético, bem como de gás natural, de gasóleo e de Gás de Petróleo Liquefeito (GPL) <sup>(37)</sup>. A etapa da demolha é a que obriga a um maior consumo de água e, tradicionalmente, era realizada em ambiente doméstico. Porém, as alterações de estilos de vida da população e a preferência dos consumidores pela compra de produtos prontos ou quase prontos a consumir fez com que a indústria alimentar passasse a adotar e a implementar o processo de demolha industrial, que permite obter um produto que, quando adquirido, está pronto a cozinhar. Além de facilitar a preparação, a demolha feita industrialmente conduz a um menor gasto de água quando comparada com a sua realização em ambiente doméstico <sup>(38)</sup>.

No processamento do bacalhau, é também muito importante que se efetue o tratamento das águas residuais e se promova a sua reutilização, a fim de reduzir a pegada hídrica deste setor alimentar <sup>(38, 39)</sup>.

Concluindo, o impacto ambiental causado pela cadeia alimentar do bacalhau do Atlântico, segundo as pesquisas publicadas, resume-se sobretudo às emissões de GEE causadas pelo consumo de combustível. Nesse sentido, devia-se investigar, além da pegada de carbono, também a pegada hídrica, uma vez que a água é um *input* que está presente em várias das etapas do processamento do bacalhau. Seria importante e interessante desenvolver mais investigação para perceber o real

impacte de toda a cadeia alimentar, bem como estudar novos métodos de produção e/ou inovar e melhorar os já utilizados, de forma a contribuir positivamente para um ambiente sustentável.



## Referências

1. Jørstad K, Fjalestad K, Agustsson T, Marteinsdottir G. Atlantic cod - *Gadus morhua*. 2006
2. Link JS, Bogstad B, Sparholt H, Lilly GR. Trophic role of Atlantic cod in the ecosystem [<https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2008.00295.x>]. *Fish and Fisheries*. 2009; 10(1):58-87.
3. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/species/2218/en>.
4. Baptista S. Controlo de qualidade no processo de fabrico de Bacalhau Salgado Seco: Contributo para o registo de denominação do Bacalhau Cura tradicional. Escola Superior Agrária de Coimbra: Coimbra; 2017.
5. Akimova A, Hufnagl M, Kreuz M, Peck MA. Modeling the effects of temperature on the survival and growth of North Sea cod (*Gadus morhua*) through the first year of life. *Fisheries Oceanography*. 2016; 25(3):193-209.
6. Reay D. Climate-Smart Food. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-18206-9\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-030-18206-9_13); 2019.
7. Fonte: Tabela da Composição de Alimentos. Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, I. P.- INSA. v 4.0 - 2019.
8. Disponível em: <https://alimentacaosaudavel.dgs.pt/alimento/bacalhau/>
9. Svanes E, Vold M, Hanssen OJ. Environmental assessment of cod (*Gadus morhua*) from autoline fisheries. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 2011; 16(7):611-24.
10. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome; 2020.
11. FAO. FAO yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2018/FAO annuaire. Statistiques des pêches et de l'aquaculture 2018/ FAO anuario. Estadísticas de pesca y acuicultura 2018. Rome/Roma; 2020.
12. OECD/FAO. OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029. Paris: OECD Publishing; 2020.
13. INE. Estatísticas da Pesca - 2020. Lisboa, Portugal: INE, Instituto Nacional de Estatística; 2021.
14. Tubiello FN, Rosenzweig C, Conchedda G, Karl K, Gütschow J, Xueyao P, et al. Greenhouse gas emissions from food systems: building the evidence base. *Environmental Research Letters*. 2021; 16(6):065007.
15. Bogard JR, Farmery AK, Little DC, Fulton EA, Cook M. Will fish be part of future healthy and sustainable diets? *The Lancet Planetary Health*. 2019; 3(4):e159-e60.
16. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>.
17. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/climate-change/>
18. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/oceans/>
19. Farmery AK, Gardner C, Jennings S, Green BS, Watson RA. Assessing the inclusion of seafood in the sustainable diet literature. *Fish and Fisheries*. 2017; 18(3):607-18.
20. Parker R, Blanchard J, Gardner C, Green B, Hartmann K, Tyedmers P, et al. Fuel use and greenhouse gas emissions of world fisheries. *Nature Climate Change*. 2018; 8:333-37.

21. Opitz S, Hoffmann J, Quaas M, Matz-Lück N, Binohlan C, Froese R. Assessment of MSC-certified fish stocks in the Northeast Atlantic. *Marine Policy*. 2016; 71:10-14.
22. Disponível em: <https://www.msc.org/pt/>.
23. MSC. Relatório Anual do Marine Stewardship Council 2019-20. Marine Stewardship Council, Londres. 2020
24. Almeida C, Karadzic V, Vaz S. The seafood market in Portugal: Driving forces and consequences. *Marine Policy*. 2015; 61:87-94.
25. Hognes E, Winther U, Ellingsen H, Ziegler F, Emanuelsson A, Sund V. Carbon footprint and energy use of Norwegian fisheries and seafood products. 2012; 2:1031-36.
26. Barange M, Bahri T, Beveridge MCM, Cochrane KL, Funge-Smith S, Poulain F. Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No 627 Rome, FAO. 2018:628.
27. Disponível em: <https://www.msc.org/what-we-are-doing/our-approach/fishing-methods-and-gear-types>.
28. Ziegler F, Nilsson P, Mattsson B, Walther Y. Life Cycle Assessment of frozen cod fillets including fishery-specific environmental impacts. *International Journal of Life Cycle Assessment*. 2003; 8:39-47.
29. Guttormsdóttir A. Life Cycle Assessment on Icelandic cod product based on two different fishing methods: Environmental impacts from fisheries. Reykjavik, Iceland; 2009.
30. Fidalgo L. Efeito da alta pressão em demolha de bacalhau e enzimas de cavala. Universidade de Aveiro: Aveiro; 2011.
31. Piteira J. Otimização do processo de secagem na empresa Riberalves SA. Universidade Nova de Lisboa: Lisboa; 2017.
32. Decreto-Lei n.º 25/2005 de 28 de Janeiro do Ministério da Agricultura, Pescas e Florestas. *Diário da República*. 2005; Série I-A de 2005-01-28:696 - 703.
33. Dias P. Melhoria de processos numa Indústria Transformadora de Bacalhau. Universidade de Aveiro: Aveiro; 2013.
34. Sponda C. Efeito do método de congelação sobre a qualidade nutricional do bacalhau demolhado. Universidade de Lisboa: Lisboa; 2021.
35. Ziegler F, Jafarzadeh S, Hognes E, Winther U. Greenhouse gas emissions of Norwegian seafoods: From comprehensive to simplified assessment. *Journal of Industrial Ecology*. 2021
36. Ruiz-Salmón I, Laso J, Margallo M, Villanueva-Rey P, Rodríguez E, Quinteiro P, et al. Life cycle assessment of fish and seafood processed products - A review of methodologies and new challenges. *Science of The Total Environment*. 2021; 761:144094.
37. Salga, Secagem e outras atividades de transformação de produtos da pesca e aquicultura | CAE 10204. Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia. 2018
38. Oliveira H. Studies on salt-curing and desalting processes of salted cod (*Gadus morhua*). Programa Doutoral da Universidade do Porto (Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar e Faculdade de Ciências) e da Universidade de Aveiro.; 2013.
39. Hanjra MA, Blackwell J, Carr G, Zhang F, Jackson TM. Wastewater irrigation and environmental health: Implications for water governance and public policy. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2012; 215(3):255-69.







