



INSTITUTO  
UNIVERSITÁRIO  
DE LISBOA

---

## **A influência das tecnologias na prevenção/sensibilização nos registos de biotoxinas**

Simão Pedro Esteves Gonçalves

Mestrado em Gestão de Sistemas de Informação

### **Orientador(es):**

Orientadora Doutora Catarina Eufémia Domingues Alves Ferreira da Silva, Professora Associada com Agregação Iscte

Co-orientadora Doutora Sónia Isabel Fernandes Borges Pena Seixas, Professora Auxiliar Universidade Aberta

Outubro, 2023





TECNOLOGIAS  
E ARQUITETURA  
INSTITUTO  
UNIVERSITÁRIO  
DE LISBOA

---

Departamento de Ciências e Tecnologias da Informação

## **A influência das tecnologias na prevenção/sensibilização nos registos de biotoxinas**

Simão Pedro Esteves Gonçalves

Mestrado em Gestão de Sistemas de Informação

### **Orientador(es):**

Orientadora Doutora Catarina Eufémia Domingues Alves Ferreira da Silva, Professora Associada com Agregação Iscte

Co-orientadora Doutora Sónia Isabel Fernandes Borges Pena Seixas, Professora Auxiliar Universidade Aberta

Outubro, 2023

Direitos de cópia ou Copyright  
©Copyright: Simão Pedro Esteves Gonçalves

O Iscte - Instituto Universitário de Lisboa tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicitar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

## **Agradecimentos**

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todas as pessoas e instituições que tornaram possível a realização deste trabalho. As suas contribuições e apoio foram fundamentais para o desenvolvimento deste projeto.

Primeiramente queria agradecer aos professores e colegas do ISCTE ligados a este projeto de uma forma direta ou indiretamente, enriquecendo-o em conhecimento e inovação. Gostaria também de mencionar os membros da minha instituição empregadora, a sua compreensão e atenção quando mais precisei de ajuda.

Realço também a disponibilidade dos pescadores, que desde logo se prontificaram para dar resposta ao questionário, permitindo perceber a importância do mapa digital desenvolvido.

Para terminar, gostaria de agradecer à minha família por sempre acreditar na realização deste projeto, além do apoio incondicional que possibilitou a frequência deste mestrado.

## Resumo

Ao longo dos anos têm-se observado mudanças no comportamento das pessoas perante a sociedade. Estas alterações devem-se em grande parte ao desenvolvimento tecnológico, tornando as pessoas dependentes das tecnologias, esquecendo o que realmente importa para a sua sobrevivência.

O ambiente marinho representa um elo de ligação entre as diferentes nações, com influência na economia e cultura mundial, saúde pública e preservação das espécies. Contudo, a sua saúde e preservação têm vindo a ser esquecidas ao longo dos anos, observando-se um grande avanço tecnológico em diversas áreas, no entanto as tecnologias que operam na água ainda se evidenciam insuficientes para dar resposta às necessidades do ambiente marinho.

Este projeto tem como objetivo principal o desenvolvimento de um mapa digital de monitorização de biotoxinas, fornecendo informação relativamente a áreas interditas à apanha de moluscos bivalves na costa portuguesa entre a Figueira da Foz e Lagoa de Albufeira. Outros objetivos prendem-se com a utilização do mapa digital na sensibilização da população para a importância do controlo das biotoxinas na saúde pública, a elaboração e aplicação de um questionário aos pescadores a fim de avaliar a viabilidade do mapa digital na tua atividade diária.

A metodologia será baseada na *Design Science Research*, envolvendo o desenvolvimento do mapa digital e a construção e aplicação do questionário.

Os resultados obtidos incluem um mapa digital com representação dinâmica das áreas permitidas e interditas nas regiões propostas. Os dados obtidos da aplicação do questionário permitiram inferir o impacto positivo do uso do mapa digital pelos pescadores.

**Palavras-Chave:** moluscos bivalves, biotoxinas, mapa digital, costa portuguesa, ambiente marinho, mapa digital.

## **Abstract**

Over the years, several changes have been observed in people's behavior and how they look at society. These changes are largely due to technological development, making people completely dependent on technologies, making them forget what really matters for their survival.

The marine environment connects between nations worldwide, playing direct influence on culture and world economy, public health and species preservation. However, health and preservation of the marine environment have been forgotten over the years, apart from a big technological advance in different areas, however in relation to technologies that operate in the water, they are still insufficient to meet the needs of the marine environment.

This project's main objective is the development of a biotoxins' monitorization digital map, providing information relative to restricted areas regarding capture of bivalve molluscs in the portuguese coast region, between Figueira da Foz and Lagoa de Albufeira. We also aim to raise awareness to the importance of the biotoxins' control in public health and the creation and application of a questionnaire to the fishermen evaluating the eligibility of the digital map in daily work.

The methodology for the development of the digital map and construction and application of the questionnaire will be based on Digital Science Research.

The results comprise the digital map with dynamic information about the restricted areas. The data from the survey allowed to infer the positive impact of the digital map daily use by the fishermen.

**Palavras-Chave:** bivalve molluscs, biotoxins, digital map, portuguese coast, marine environment, digital map.

## Índice geral

<b>Agradecimentos</b> .....	<b>i</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>ii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>iii</b>
<b>Índice geral</b> .....	<b>iv</b>
<b>Índice de tabelas</b> .....	<b>v</b>
<b>Índice de figuras</b> .....	<b>v</b>
<b>Lista de acrónimos</b> .....	<b>vi</b>
<b>Capítulo 1 – Introdução</b> .....	<b>1</b>
1.1. Enquadramento do tema .....	1
1.2. Motivação e relevância do tema.....	2
1.3. Objetivos e questões de investigação .....	3
1.4. Abordagem metodológica.....	4
1.5. Estrutura e organização da dissertação .....	4
<b>Capítulo 2 – Revisão da Literatura</b> .....	<b>5</b>
2.1. Biotoxinas.....	5
2.1.1. Conceitos .....	5
2.1.2. Exemplos de biotoxinas .....	7
2.1.3 Impacto para a economia/ambiente/saúde pública em Portugal.....	12
2.2. Moluscos Bivalves .....	13
2.2.1. Conceitos .....	13
2.2.2 Exemplos de Moluscos Bivalves .....	14
2.2.3. Importância e produção dos Moluscos Bivalves em Portugal .....	19
2.3. A importância das tecnologias na Moluscicultura.....	21
<b>Capítulo 3 – Metodologia de Investigação</b> .....	<b>23</b>
3.1. Introdução à metodologia DSR.....	23
3.2. Desenvolvimento e design do Mapa Digital.....	24
3.3 Estudo sobre o questionário .....	30
<b>Capítulo 4 – Análise de dados e discussão dos resultados</b> .....	<b>33</b>
4.1. Mapa Digital .....	33
4.2. Questionário.....	38
<b>Capítulo 5 – Conclusões</b> .....	<b>44</b>
5.1. Conclusões e recomendações .....	44
5.2. Limitações do estudo.....	45
5.3. Propostas de investigação futura .....	46
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	<b>47</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>50</b>



## Índice de tabelas

<b>Tabela 1</b> – Sintomas clínicos dos principais tipos de intoxicações por biotoxinas marinhas através do consumo de moluscos.....	8
<b>Tabela 2</b> – Morfologia, Biologia e ecologia dos Moluscos Bivalves.....	15
<b>Tabela 3</b> – Morfologia, Biologia e ecologia dos Moluscos Bivalves.....	16
<b>Tabela 4</b> – Morfologia, Biologia e ecologia dos Moluscos Bivalves.....	17
<b>Tabela 5</b> – Morfologia, Biologia e ecologia dos Moluscos Bivalves.....	18
<b>Tabela 6</b> – Morfologia, Biologia e ecologia dos Moluscos Bivalves.....	19
<b>Tabela 7</b> – Questões presentes no questionário elaborado.....	30
<b>Tabela 8</b> – Características gerais da amostra do questionário.....	31
<b>Tabela 9</b> – Tabela relativa aos dados divulgados pelo IPMA no mês de Janeiro.....	32
<b>Tabela 10</b> – Tabela relativa aos dados divulgados pelo IPMA no mês de Fevereiro.....	33
<b>Tabela 11</b> – Tabela relativa aos dados divulgados pelo IPMA no mês de Março.....	34
<b>Tabela 12</b> – Tabela relativa aos dados divulgados pelo IPMA no mês de Abril.....	35
<b>Tabela 13</b> – Tabela relativa aos dados divulgados pelo IPMA no mês de Maio.....	36
<b>Tabela 14</b> – Transformação dos dados em relação à idade.....	40
<b>Tabela 15</b> – Transformação dos dados em relação à experiência com ferramentas digitais de monitorização.....	40
<b>Tabela 16</b> – Ligação das variáveis.....	40

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> – Aplicação de DSR.....	24
<b>Figura 2</b> – Apresentação do mapa digital no QGIS e respetivos grupos para tratamento/apresentação dos dados.....	27
<b>Figura 3</b> – Apresentação do mapa digital no QGIS e respetivos grupos das regiões a serem observadas.....	28
<b>Figura 4</b> – Apresentação dos layers de cada região no QGIS.....	29
<b>Figura 5</b> – Apresentação dos layers de cada espécie em observação no QGIS.....	29
<b>Figura 6</b> – Mapa Digital do mês de Janeiro.....	33
<b>Figura 7</b> – Mapa Digital do mês de Fevereiro.....	34
<b>Figura 8</b> – Mapa Digital do mês de Março.....	35
<b>Figura 9</b> – Mapa Digital do mês de Abril.....	36
<b>Figura 10</b> – Mapa Digital do mês de Maio.....	37
<b>Figura 11</b> – Q.2 do questionário.....	38
<b>Figura 12</b> – Q.3 do questionário.....	38
<b>Figura 13</b> – Q.6 do questionário.....	39
<b>Figura 14</b> – Gráfico representativo das variáveis.....	41
<b>Figura 15</b> – Gráfico representativo da correlação das variáveis.....	42
<b>Figura 16</b> – Q.7 do questionário.....	42
<b>Figura 17</b> – Q.10 do questionário.....	43

## Lista de acrónimos

- AD - Ácido domótico;
- AO - Ácido ocadaico;
- ASP *Amnesic Shellfish Poisoning* – Biotoxinas amnésicas;
- CE - Comissão Europeia;
- CFP - Intoxicação por ciguatera;
- CIs - Iminas cíclicas;
- CO<sub>2</sub> - Dióxido de carbono;
- DGS – Direção Geral de Saúde;
- DSP *Diarrhetic Shellfish Poisoning* – Biotoxinas lipofílicas;
- DSR- *Design Science Research*;
- DTXs – Dinofisistoxinas;
- EFSA - Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos;
- HABs - Algas nocivas;
- HPLC-FLD - Cromatografia líquida com deteção por fluorescência;
- IPMA – Instituto Português do Mar e Atmosfera;
- mg – Miligrama;
- NSP - Intoxicação neurotóxica por mariscos;
- PSP *Paralytic Shellfish Poisoning* – Biotoxinas paralisantes;
- PTXs – Pectenotoxinas;
- QGIS- Software;
- SNMB - Sistema Nacional de Monitorização de Moluscos Bivalves;
- STX – Saxitoxina;
- UE – União Europeia;
- YTXs – Vessotoxinas;
- µg – Micrograma.

## Capítulo 1 – Introdução

### 1.1. Enquadramento do tema

Atualmente vivemos numa sociedade em que a sobrevivência de cada indivíduo depende cada vez mais da capacidade de conseguir recolher o máximo de informação possível para conseguir dar resposta a qualquer tipo de desafio. Neste sentido é importante para a sociedade de hoje conseguir perceber como pode fazer frente a um dos maiores desafios dos nossos dias, a sustentabilidade ambiental e a utilização consciente dos recursos naturais, entre os quais, a preservação do ambiente marinho pelo que é importante dar a conhecer um dos seus principais constituintes, como os moluscos bivalves. Os moluscos são animais que pertencem ao Reino Animalia e ao Filo Molusca. A classe dos bivalves constitui a segunda maior dentro do Filo Molusca, representando cerca de 27%, sendo também os mais explorados para o consumo humano (Amaral *et al.*, 2006).

Para a sociedade portuguesa a pesca de produtos marinhos é essencial para a sua indústria nacional e mercado de exportações, com repercussões a nível económico. É também parte integrante da gastronomia e tradição nacional, sendo a pesca controlada de moluscos bivalves vista, em algumas regiões do litoral de Portugal, como uma atividade de grande sustentabilidade e preservação do ambiente marinho, impedindo a apanha descontrolada. Assim, um dos objetivos deste trabalho passa por dar a conhecer a importância dos sistemas de informação na monitorização da quantidade de biotoxinas presentes nestas espécies e o motivo da sua apanha ficar interdita em certas épocas (Braga & Costa, 2017), alinhado com objetivo principal no desenvolvimento do mapa digital.

Para a realização eficiente desta apanha é fundamental que os principais intervenientes tenham acesso a sistemas de informação que lhes possibilitem a recolha de informações essenciais para a realização da mesma. No entanto, a apanha de molusco bivalves é frequentemente realizada de forma pouco responsável, provocando o consumo de produtos tóxicos por parte da sociedade, levantando a questão de que o controlo analítico de substâncias presentes nos moluscos bivalves e o seu acompanhamento contínuo constituem medidas de proteção da saúde pública e também da preservação do ambiente marinho (Visciano *et al.*, 2016).

Adicionalmente, pressupõe-se também desenvolver um mapa digital com destaque para as espécies relevantes para cada região e a informação de quais os moluscos bivalves que requerem maior atenção da parte dos intervenientes na atividade piscatória, permitindo concluir se é permitida a sua apanha. A interdição da apanha será determinada por um conjunto de dados que irão alimentar o mapa, nomeadamente a quantidade de biotoxinas presentes em cada região. Pretende-se também detalhar as várias biotoxinas e as suas origens (Barbieri, 2010). O seu registo será feito de forma mensal.

Ao longo deste trabalho será ainda realizada uma análise pormenorizada de alguns moluscos bivalves, em particular o mexilhão, a conquilha, a amêijoia-branca, etc., debruçando sobre a origem de cada uma das espécies, suas características próprias, incluindo biotoxinas nocivas ao seu consumo e consequente interdição da sua apanha.

Conforme anteriormente referido, o desenvolvimento deste mapa passará por abranger as regiões do litoral desde Figueira da Foz – Nazaré, Peniche – Cabo Raso e litoral Cabo Raso – Lagoa de Albufeira, sendo estas zonas de bastante relevância para a apanha destas espécies respeitando determinados critérios (Helm *et al.*, 2004).

## **1.2. Motivação e relevância do tema**

A realização desta dissertação e escolha do tema tem por base vários aspetos, como o facto de o autor ser um praticante assíduo de desportos aquáticos e com grande interesse em explorar a costa portuguesa aliado à curiosidade em saber o quanto o mar e todos os recursos que têm origem nele influenciam a sociedade e, por último conseguir ligar a área de informática à preservação do ambiente marinho.

A abordagem do ambiente marinho tem, obrigatoriamente, de incluir a importância que este tem tido ao longo dos anos para o avanço tecnológico. Todos sabemos a relevância que o mar teve para a união de pessoas de pontos do planeta distantes assim como o papel fundamental no equilíbrio ecológico do planeta e o contributo da sua exploração para inúmeros avanços científicos e tecnológicos (Silva, 2020).

Com o sistema de informação a desenvolver neste projeto pretende-se conseguir elucidar as pessoas de que o progresso tecnológico marítimo é importante para o bem-estar da sociedade assim como para a prevenção das espécies marinhas, nomeadamente dos moluscos bivalves.

Contudo, é importante perceber que este progresso tecnológico a nível das tecnologias de monitorização de biotoxinas ainda não é suficiente para dar conta das necessidades (como a alimentação saudável, qualidade dos produtos vendidos, quantidades necessárias para a satisfação dos indivíduos, etc) da sociedade (Gonçalves, 2021). Focando no caso particular dos pescadores, devido à evolução tecnológica constante, têm surgido diversas necessidades, culminando no desenvolvimento de soluções (mapas digitais disponibilizados de forma online, desenvolvimento de ferramentas, *applications* (Apps) focadas nesta atividade, etc.) de forma a dar resposta.

Procura-se também dar a conhecer algumas espécies importantes de moluscos bivalves e as suas principais características, destacando a sua relevância nas regiões do litoral desde Figueira da Foz – Nazaré, Peniche – Cabo Raso e litoral Cabo Raso – Lagoa de Albufeira.

A realização deste trabalho prende-se também no foro da realização pessoal, na medida de gerar um contributo aos intervenientes principais na apanha de moluscos bivalves,

consciencializando para a responsabilidade que têm aquando da prática da sua atividade. Esta é fundamental na prevenção da saúde pública e enriquecimento do conhecimento relativamente às espécies analisadas e de quão a tecnologia ligada à sua atividade é importante.

A conclusão deste projeto passará então pela disponibilização de um mapa digital sobre o Estado das Zonas de Produção de Moluscos Bivalves e se a sua apanha nas zonas referidas acima é permitida para determinado período.

### **1.3. Objetivos e questões de investigação**

Perante a situação apresentada em relação às tecnologias a operar no mar, pretende-se dar um contributo à área piscatória dos moluscos bivalves com a introdução e valorização de um sistema de informação - mapa digital de níveis biotoxinas em moluscos bivalves - de forma a transmitir a importância dos meios tecnológicos no ecossistema marinho e atividades relacionadas. Delinearam-se para este projeto os seguintes objetivos específicos:

- Explorar conceitos de moluscos bivalves e biotoxinas e a sua influência na saúde pública;
- Estabelecer a importância dos sistemas de informação, com a monitorização constante das biotoxinas, na atividade da apanha de moluscos bivalves e preservação do ambiente marinho (Vasconcelos & Gaspar, 2017);
- Desenvolvimento e disponibilização de um mapa digital de monitorização de biotoxinas entre a região costeira da Figueira da Foz e a Lagoa de Albufeira;
- Integrar no mapa a informação relativamente a zonas interditas à apanha dos moluscos bivalves, detalhando por espécies e regiões;
- Elaborar e aplicar um questionário avaliando a viabilidade da utilização do mapa digital pelos pescadores na sua atividade diária, assim como a sua perceção do papel das tecnologias no ambiente marinho.

Para o projeto foi definida a seguinte questão de investigação: Qual a influência das tecnologias na prevenção/sensibilização acerca dos registos de biotoxinas das regiões do litoral?

A função de pesquisa deste projeto terá como foco conseguir uma abordagem coerente e objetiva à questão apresentada e em que medida o mapa digital desenvolvido ao longo do projeto será importante para o nosso público-alvo (pescadores) no exercício da sua atividade, conseguindo uma perspetiva futura na utilização deste mapa na apanha dos moluscos bivalves. Pretende-se sensibilizar para a evicção da apanha de moluscos bivalves tóxicos para a sociedade assim como para os principais contributos que estas espécies de moluscos bivalves têm para

aspectos relevantes da sociedade portuguesa. Por fim conseguir transmitir aos pescadores das regiões alvo de investigação, definições e conceitos importantes em relação a estas espécies.

#### **1.4. Abordagem metodológica**

A metodologia selecionada para explorar a questão de investigação será baseada na *Design Science Research* (DSR). A DSR procura gerar conhecimento e obter soluções para problemas da vida real através da criação e desenvolvimento de artefactos inovadores. O processo metodológico de investigação baseado na DSR inclui seis passos: Identificação do problema e motivação, Definição de objetivos, Design e Desenvolvimento do Artefacto, Demonstração e Comunicação (von Brocke J *et al.*, 2020). As etapas envolvidas no desenvolvimento do artefacto (mapa digital) serão exploradas em detalhe no Capítulo 3.

Para esta investigação importa ainda ter em consideração a recolha de dados com métodos qualitativos e quantitativos. Os métodos quantitativos incluirão os dados recolhidos mensalmente relativamente ao grau de biotoxinas presentes nas áreas a serem abordadas na investigação, sendo estes dados posteriormente representados no mapa digital (Mattar & Ramos, 2021). O mapa digital fornecerá informações relativamente às concentrações de biotoxinas das regiões alvo, e, conseqüentemente, permitir concluir quanto à permissão ou restrição da sua apanha (Ferigato & Carvalho, 2011). Os qualitativos basear-se-ão nas informações recolhidas com os inquéritos implementados na comunidade dos pescadores, permitindo determinar a relevância dos sistemas de informação na apanha dos moluscos bivalves.

#### **1.5. Estrutura e organização da dissertação**

Com o objetivo de realização pessoal e também conseguir corresponder a todos os objetivos delineados para esta investigação, esta será constituída por cinco capítulos.

O primeiro capítulo corresponde à introdução, que permitirá ao leitor obter uma noção enquadrada com o tema desenvolvido na investigação, assim como da estrutura, organização e abordagem metodológica.

O segundo capítulo terá como enfoque a abordagem teórica a ter em consideração para uma análise posterior dos dados mais eficaz. Serão exploradas as espécies de moluscos bivalves, tipos de biotoxinas presentes e, por fim, a sua importância a nível nacional, colocando em maior destaque as regiões a monitorizar. Será ainda abordada a aplicação dos sistemas de informação à atividade piscatória através da monitorização das biotoxinas via mapa digital e a possível relevância destas tecnologias para os pescadores.

Num terceiro capítulo será explorado o processo metodológico utilizado no desenrolar do trabalho de investigação, detalhando as várias etapas de desenvolvimento do mapa digital, construção e aplicação do questionário.

O quarto capítulo constitui uma análise e discussão dos dados apresentados no mapa digital assim como das respostas do questionário realizado aos pescadores.

O quinto capítulo engloba as conclusões e sugestões deste estudo onde procuramos fundamentar todas as contribuições que a presente investigação terá a nível académico e institucional. Adicionalmente, será apresentado uma proposta de plano de divulgação dos conceitos e tecnologias desenvolvidas neste trabalho.

## **Capítulo 2 – Revisão da Literatura**

### **2.1. Biotoxinas**

#### **2.1.1. Conceitos**

As biotoxinas são substâncias tóxicas produzidas por certos tipos de algas ou fungos que podem contaminar os organismos marinhos e, em seguida, ser ingeridos por humanos ou outros animais através da cadeia alimentar. Para uma abordagem abrangente do conceito de biotoxinas, é essencial ter a noção de que estas representam uma importante causa de contaminação por moluscos bivalves, uma vez que são um produto resultante da ingestão de microalgas tóxicas por estes organismos. Essas biotoxinas são originárias de várias microalgas e dinoflagelados, que produzem elementos tóxicos durante o seu metabolismo (Vale, 2004). São poluentes naturais do meio marinho e a sua abundância pode estar relacionada com a proliferação do fitoplâncton e/ou de algas nocivas (HABs). A ocorrência de HAB também pode estar associada com a presença de alto teor de nutrientes (azoto, fósforo), concentração de CO<sub>2</sub>, temperatura e condições climáticas específicas. A ingestão de biotoxinas marinhas pode causar doenças e até a morte na vida aquática e em humanos. A acumulação de biotoxinas em organismos marinhos, particularmente moluscos bivalves filtradores constitui um perigo para a saúde pública (Estevez *et al.*, 2019).

Neste projeto, será feita uma análise mensal das concentrações de biotoxinas em algas tóxicas na costa portuguesa. Quando estas ultrapassam o limite legal de segurança, a venda e o consumo de moluscos bivalves são proibidos. As biotoxinas são responsáveis por eventos conhecidos como "marés vermelhas", que são causadas pela proliferação de algas nocivas, e podem lesar a vida marinha e afetar negativamente as comunidades que dependem dela (Pereira, 2017). A duração da proibição de venda e consumo de moluscos bivalves depende de vários fatores, incluindo a intensidade da floração de algas tóxicas (FAN) e da cinética da toxina no marisco e no organismo humano. A duração pode ir de semanas a meses, dependendo das concentrações. Assim, torna-se

fundamental a realização de análises frequentemente de modo a monitorar a presença de biotoxinas e garantir que os produtos marinhos sejam seguros para o consumo humano (Cruz *et al.*, 2022).

As biotoxinas mais comuns são neurotoxinas, ou seja, substâncias que afetam o sistema nervoso. Elas podem afetar tanto o sistema nervoso central (cérebro e medula espinhal) quanto o periférico (nervos fora do cérebro e da medula espinhal) (Vale, 2002). São classificadas como substâncias orgânicas e são geralmente incolores, inodoras e insípidas, o que significa que não alteram a cor, o odor ou o sabor dos alimentos em que se encontram (Vale, 2012).

As biotoxinas podem causar uma variedade de sintomatologia em humanos, tanto do foro neurológico (como dores de cabeça, alterações de comportamento e até paralisia) como gastrointestinal (como náuseas, vômitos e diarreia). A exposição a biotoxinas pode ser perigosa devido à sua resistência ao calor, sendo que as suas tentativas de esterilização a altas temperaturas podem inclusive aumentar a sua concentração (Oliveira, 2018).

A intoxicação aguda por biotoxinas pode ser potencialmente fatal (Pires & Magalhães, 2017). No entanto, também é possível que alguém seja exposto a biotoxinas sem apresentar sintomas, ou com sintomas leves ou subclínicos. Algumas pessoas podem ser mais suscetíveis aos efeitos das biotoxinas, como as pessoas idosas ou com doenças crônicas (Vale, 2002).

A maioria das biotoxinas tem origem em microalgas do grupo dos dinoflagelados, que são principalmente planctónicas (flutuam na água). Essas microalgas podem produzir biotoxinas em pequenas quantidades e, mesmo que a água não aparente estar contaminada, elas podem ser suficientes para contaminar os bivalves (moluscos como ostras, mexilhões e vieiras) devido a serem animais filtradores. A contaminação por biotoxinas pode ser prejudicial para a saúde humana se os bivalves contaminados forem consumidos (DGS, 2014).

O conceito de biotoxinas refere-se a metabolitos naturais produzidos por algumas microalgas unicelulares, que são denominadas de protoctistas (Souza *et al.*, 2015).

A concentração de biotoxinas em organismos aquáticos, como os moluscos bivalves, varia em função de vários fatores, incluindo a frequência de alimentação, o metabolismo dos organismos e a taxa de eliminação das toxinas. Assim, pode afetar a transferência de biotoxinas ao longo da cadeia alimentar, ou seja, a forma como são transferidas de um organismo para outro através da alimentação. A título de exemplo, se um molusco bivalve consumir algas tóxicas, a concentração de biotoxinas no molusco pode aumentar exponencialmente. Contudo, se este possuir um metabolismo rápido e uma taxa de eliminação elevada, a concentração de biotoxinas pode diminuir mais rapidamente e não ter um impacto significativo (Costa *et al.*, 2017).



### 2.1.2. Exemplos de biotoxinas

Podemos distinguir três principais intoxicações que ocorrem com o consumo de moluscos bivalves contaminados com biotoxinas: a *Paralytic Shellfish Poisoning* – biotoxinas paralizantes (PSP), a *Diarrhetic Shellfish Poisoning* – biotoxinas diarreicas (DSP) e a *Amnesic Shellfish Poisoning* – biotoxinas amnésicas (ASP).

As biotoxinas marinhas podem ser classificadas de acordo com a sua solubilidade em água (hidrofílicas) ou em gordura (lipofílicas). As toxinas hidrofílicas incluem a intoxicação amnésica por marisco (ASP) e a intoxicação paralítica por marisco (PSP). Por sua vez, as toxinas lipofílicas englobam a intoxicação diarreica por moluscos (DSP). Além disso, existem algumas toxinas emergentes, como a intoxicação por ciguatera (CFP), as iminas cíclicas (CIs) e a intoxicação neurotóxica por mariscos (NSP), que também são consideradas lipofílicas (Estevez *et al.*, 2019).

Infelizmente, ainda não foi possível estabelecer uma relação clara entre as concentrações de microalgas e os seus efeitos potencialmente prejudiciais para os consumidores. Por esse motivo, é importante monitorar regularmente a presença de "espécies-problema" conhecidas e manter a vigilância do estado de salubridade dos recursos marinhos em relação à presença de biotoxinas marinhas. Em Portugal, o IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera) é responsável por essa vigilância e foca-se particularmente nas microalgas presentes na costa ibérica e que são responsáveis pelo *Paralytic Shellfish Poisoning* (PSP), *Diarrhetic Shellfish Poisoning* (DSP) e *Amnesic Shellfish Poisoning* (ASP) (Vale, 1999).

Em geral, as microalgas que produzem biotoxinas não são diretamente prejudiciais para os moluscos bivalves. No entanto, importa referir que os moluscos bivalves são bentónicos (viver no fundo do mar) e são consumidores primários, o que significa que estão no início da cadeia alimentar, o que pode levar a níveis mais elevados de biotoxinas no organismo do que os verificados em outros animais marinhos (Pires, 2018).

Posteriormente será dado especial enfoque nas três principais intoxicações decorrentes do consumo de moluscos bivalves contaminados com biotoxinas e que serão alvo de monitorização no mapa digital: PSP, DSP e ASP.

Paralytic Shellfish Poisoning (PSP)	Diarrhetic Shellfish Poisoning (DSP)	Amnesic Shellfish Poisoning (ASP)
<b>Organismo causador</b>		
Alexandrium catenella; Alexandrium minutum; Alexandrium tamarense; Gymnodinium catenatum; Pyrodinium bahamense	Dinophysis acuta; Dinophysis acuminata; Dinophysis fortii; Dinophysis norvegica; Prorocentrum lima	Pseudo-nitzschia multiseriis; Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima; Pseudo-nitzschia australis
<b>Sintomas no Homem</b>		
<b>Caso ligeiro</b> Dentro de 30 min: sensação de formiguelo ou dormência em redor dos lábios, espalhando-se gradualmente para o rosto e pescoço; sensação de comichão nas extremidades das mãos e dos pés; dor de cabeça, vertigens, ná	Após 30 min a algumas horas (raramente mais de 12 hrs): diarreia, náuseas, vômitos, dores abdominais.	Dentro de 12 hrs: náuseas, vômitos, diarreia, cólicas abdominais.
<b>Caso extremo</b>		
Paralisia muscular; dificuldade respiratória acentuada; sensação de sufocação; morte através de paralisia respiratória pode ocorrer 2-24 hrs após a ingestão.	(Exposição crónica pode promover a formação de tumores no tracto digestivo?)	Dentro de 48 hrs: reação à dor aguda diminuída; vertigens, alucinações, confusão; perda de memória temporária (amnésia). Em pacientes idosos ocorreram lesões cerebrais, coma e até morte.
<b>Tratamento</b>		
O estômago do paciente é lavado e é-lhe dada respiração artificial. Sem efeitos duradouros.	Recuperação ao fim de 3 dias, independentemente do tratamento médico.	Limita-se ao suporte da vida. As perturbações da memória podem durar semanas ou meses.
<b>Grupo das Toxinas</b>		
saxitoxina (STX)	ácido ocadaico (OA)	ácido domóico (DA)
<b>Grupo químico</b>		
purinas	poliéteres	iminoácido
<b>Início da monitorização regular em PORTUGAL: Ano/Metodologia Inicial</b>		
1986/bioensaio em ratos	1987/bioensaio em ratos	1996/cromatografia líquida (HPLC)

**Tabela 1-**Sintomas clínicos dos principais tipos de intoxicações por biotoxinas marinhas através do consumo de moluscos. (Vale, 1999).

## Toxinas Lipofílicas (DSP)

A intoxicação do tipo DSP (*Diarrhetic Shellfish Poisoning*) é geralmente causada por biotoxinas produzidas por dinoflagelados pertencentes às espécies de microalgas *Dinophysis* (*Acuminata* e *D. acuta*). A intoxicação por DSP pode causar sintomas gastrointestinais, como diarreia e vômitos e é transmitida principalmente através do consumo de mariscos contaminados (Murakami *et al.*, 1982). A sintomatologia pode surgir até 24 horas após o consumo de alimentos contaminados e a diarreia pode durar até 3 dias. A produção de toxinas DSP pode variar significativamente entre espécies de dinoflagelados e mesmo entre diferentes tipos morfológicos de uma mesma espécie em diferentes regiões. Além disso, a quantidade de células de

dinoflagelados por litro de água necessária para contaminar os moluscos também pode sofrer variações, o que torna mais difícil prever com precisão quando e onde a intoxicação DSP pode ocorrer (DGS, 2014). Embora possa ser bastante debilitante, a intoxicação por DSP geralmente não é fatal, mesmo em doses elevadas. A contaminação geralmente ocorre entre o final da Primavera e o Outono (Botelho *et al.*, 2008), mas pode surgir fora dessa janela, dependendo das condições climáticas e oceanográficas.

A DSP é um problema de saúde pública que tem vindo a ser estudado em Portugal desde 1987. Foi primeiramente descoberta no Japão em 1976 e geralmente é transmitida através do consumo de mariscos contaminados, principalmente em áreas de cultivo ou extração de moluscos filtradores (Souza *et al.*, 2015). Na Europa, desde a década de 1960, já se suspeitava de intoxicações por mexilhões que não podiam ser atribuídas à contaminação por bactérias (Reguera *et al.*, 2014). Após um surto de intoxicações no Japão concluiu-se que se tratava de um composto químico termorresistente de origem marinha (Vale, 2004). Os bivalves contaminados com concentrações mais elevadas da toxina DSP são geralmente os mexilhões, conchas e berbigões (DGS, 2014). É possível que a ingestão de outros bivalves de maior tamanho, como o longueirão, possa causar a mesma sintomatologia da intoxicação diarreica por moluscos (DSP). A permanência da toxina nos bivalves geralmente é prolongada, podendo durar várias semanas, especialmente em mexilhões da costa noroeste de Portugal, o que pode levar à interdição da captura durante períodos mais longos (Vale, 2002).

*Dinophysis acuminata* e *D. acuta* são espécies de algas que produzem as dinofisistoxinas, compostos químicos responsáveis por causar a DSP. Em Portugal, estas espécies têm sido responsáveis por grandes perdas económicas devido aos *blooms* que ocorrem com frequência na costa noroeste. A temperatura e a salinidade influenciam a distribuição dessas espécies, cujas concentrações máximas não ocorrem em simultâneo. Os *blooms* de *D. acuminata* ocorrem mais cedo no ano e são geralmente precedidos por águas mais frias e ricas em nutrientes, fenómeno provocado por ventos norte. Os *blooms* de *D. acuta* costumam aparecer principalmente na região entre a Figueira da Foz e Aveiro e pode ser transportado para o norte por correntes que se formam no final do verão. A região entre Setúbal e Sagres tende a caracterizar-se por níveis mais baixos desta espécie. O primeiro método criado para detetar as toxinas DSP foi o bioensaio em ratinhos, que ainda é amplamente utilizado nos programas de monitoramento de biotoxinas em vários países. Recentemente, foi desenvolvido um teste rápido chamado *Vellett Rapid Test* para detetar as toxinas DSP, que se baseia num ensaio de imunocromatografia de fluxo lateral (LFIC). Este teste é capaz de detetar concentrações elevadas da toxina em amostras, embora seja necessário complementar com outros métodos para obter uma medição precisa das quantidades presentes em caso de resultado positivo. O limite máximo permitido pela União Europeia é usado como referência para determinar se os níveis encontrados são perigosos (Batista & Silva, 2008). A

distribuição desta toxina é desigual, sendo encontrada em estuários e lagoas, geralmente em concentrações muito elevadas que podem permanecer por períodos prolongados (Vale, 2012).

### **Toxinas Amnésicas (ASP)**

As intoxicações amnésicas reguladas por marisco (ASP) são frequentemente observadas na primavera e no outono ao longo da costa, mas os níveis de toxina raramente ultrapassam os limites estabelecidos (Botelho *et al.*, 2008).

A *amnesic shellfish poisoning* (ASP) foi descoberta em 1987 durante um surto de intoxicação em mexilhões da costa nordeste do Canadá, que afetou mais de cem pessoas e resultou na morte de três idosos. Esta causa sintomas gastrointestinais nas primeiras 24 horas, como náuseas, vômitos, diarreia e cólicas abdominais, podendo evoluir para um quadro neurológico dentro de 48 horas, caracterizado por diminuição da reação à dor, vertigem, alucinações, confusão e perda de memória temporária, que originou o nome da intoxicação (Vale, 2004) (DGS, 2014). O ácido domóico é uma biotoxina produzida por uma alga marinha chamada *Pseudo-nitzschia pungens* que pode causar intoxicação amnésica regulada por marisco (ASP) em humanos. A *Pseudo-nitzschia pungens* é uma diatomácea (Aguiar, 2010), o que é incomum entre as algas que produzem biotoxinas que afetam o ser humano. No entanto, outras algas do mesmo gênero foram identificadas como produtoras de ácido domóico em vários lugares do mundo, o que indica que o risco de intoxicações humanas por este composto é amplo (DGS, 2014). Em Portugal, até agora, não foram registados casos graves de pessoas com esta intoxicação (Batista & Silva, 2008). A biotoxina em questão é geralmente encontrada em moluscos bivalves que vivem em fundos arenosos, como amêijoas e berbigões (Fronteira, 2021).

Das cerca de 30 espécies de *Pseudo-nitzschia* que existem, onze delas produzem ácido domóico. Em Portugal, apenas a espécie *P. australis* foi relacionada com eventos de toxicidade e produção desse ácido. Esta espécie foi primeiro encontrada na região de Setúbal em 1995 e, desde então, há relatórios anuais de *blooms* dessa espécie. Os *blooms* de *Pseudo-nitzschia* geralmente ocorrem em curtos episódios no final da primavera/início do verão e no início do outono (Batista & Silva, 2008).

A determinação de toxinas que causam a intoxicação amnésica em mariscos da costa portuguesa é feita há mais de 25 anos. Ao contrário das toxinas PSP e DSP, que são produzidas por dinoflagelados (organismos que se deslocam ativamente através da água em busca de luz solar para realizar a fotossíntese), a toxina ASP é produzida por diatomáceas, que são menores e mais difíceis de serem detetadas através de microscopia ótica, pelo que a identificação precisa destas algas exige o uso de microscopia eletrónica. O método utilizado é a cromatografia líquida com deteção por rede de díodos e confirmação por LC-MS (cromatografia líquida acoplada a espectrometria de massa) (Vale, 2008).

A ASP é monitorizada regularmente desde 1997. Até agora, não há relatos de casos de intoxicação humana no país, o que pode ser atribuído ao facto de a ASP ter uma semivida curta nos bivalves (normalmente menos de uma semana) e as suas concentrações não serem muito elevadas. Os bivalves caracterizados por concentrações mais elevadas de ASP são os que vivem em fundos arenosos, como berbigões, amêijoas e lambujinhas (Vale, 2002). Por sua vez, o mexilhão é considerado um mau indicador de ASP, já que possui uma capacidade reduzida de flutuação e encontra-se fixo ao substrato rochoso (Vale & Sampayo, 2002).

A monitorização do plâncton torna possível inferir a existência de risco de contaminação, contudo, apenas a medição da quantidade de ácido domóico (toxina ASP) nos bivalves pode impedir as proibições desnecessárias na pesca. A contaminação por ASP costuma ser um fenómeno rápido e os níveis encontrados raramente ultrapassam os limites regulamentares. Em Portugal, ainda não existem estabelecimentos licenciados para remover a toxina destes mariscos antes de serem comercializados (Vale, 2004).

### **Toxinas Paralisantes (PSP)**

A PSP é uma intoxicação provocada por dinoflagelados (Bricelj & Shumway, 2010) que se caracteriza por sintomas neurológicos. Esta é causada pelas saxitoxinas (STXs), consideradas as toxinas marinhas mais poderosas, sendo que outros compostos também podem provocar PSP. Mais de vinte tipos diferentes de saxitoxinas podem causar PSP e estas toxinas são geralmente solúveis em água e resistentes ao calor. O método mais frequentemente utilizado para detetar estas toxinas é o teste com camundongos. A PSP geralmente está associada à presença de espécies do género *Alexandrium*, como *A. catenella*, *A. acatenella*, *A. andersonii*, entre outras, bem como *Gymnodinium catenatum* e *Pyrodinium bahamense var. compressum*. Algumas cianobactérias, como a *Aphanizomenon flos-aquae* podem também contribuir para a produção destas toxinas (Castro & Moser, 2012).

A PSP é uma intoxicação com alta taxa de mortalidade e pode ser encontrada em várias partes do mundo. Nas regiões temperadas, as principais algas produtoras são a *Alexandrium spp* e *Gymnodinium catenatum*, enquanto nas regiões tropicais é a *Pyrodinium bahamense var. compressum*. Os sintomas da PSP incluem parestesias ou dormência nos lábios, gengivas e língua (Aguar, 2010) podendo evoluir para a região cervical e extremidades dos membros superiores e inferiores, o que pode afetar os movimentos voluntários e causar uma sensação de flutuação. Estas toxinas interferem com a capacidade dos músculos de receber e transmitir sinais, através do bloqueio dos canais de sódio das células, o que pode levar a fraqueza muscular e, conseqüentemente, dificuldade respiratória e morte. Atualmente não há antídoto para a intoxicação por PSP e o único tratamento disponível é a ventilação mecânica, sendo que são necessários entre 1 e 4 mg da toxina para causar a morte.

As principais toxinas da PSP são a saxitoxina e as toxinas análogas, que são divididas em três subfamílias: N-sulfocarbamoiladas (baixa toxicidade), carbamato (toxicidade elevada) e descarbamoiladas (toxicidade intermédia). O tipo e quantidade de toxinas encontradas em bivalves é determinado pela alga consumida e pelo processo de transformação realizado pelo próprio bivalve., sendo que as toxinas N-sulfocarbamoiladas são muitas vezes convertidas em seus análogos mais tóxicos, as carbamato (DGS, 2014) (Vale, 2002).

Em Portugal são mais comuns na costa norte de Lisboa, mas tem sido observada uma expansão para sul ao longo dos anos, sendo mais frequente durante os meses de Outono e Inverno (Batista & Silva, 2008). A tendência nos últimos anos é uma expansão dos *blooms* para sul (Batista & Silva, 2008). Em 1986, ocorreu uma proliferação de *G. catenatum* ao longo da costa noroeste de Portugal resultando numa contaminação generalizada de bivalves, sendo que as concentrações máximas foram registadas em 1994. Em 2007, as concentrações de *G. catenatum* foram observadas em altas quantidades na Lagoa de Óbidos, resultando numa intoxicação a PSP (Vale, 2004).

A alga *Alexandrium minutum* tem sido encontrada em Portugal, sendo que a partir de 1992, houve uma proliferação desta espécie na costa sul e sudoeste do país. O teor de toxinas PSP em diferentes espécies de bivalves pode ser medido por meio de cromatografia líquida com deteção por fluorescência (HPLC-FLD). Durante episódios de toxicidade nos moluscos bivalves, em 2005, foi possível observar diferenças nos perfis de toxinas PSP de alguns bivalves, como a lambujinha e a amêijoia-branca, em comparação com outras espécies comerciais (Artigas *et al.*, 2007).

### **2.1.3 Impacto para a economia/ambiente/saúde pública em Portugal**

A contaminação da água pelas biotoxinas exerce uma influência importante nos ecossistemas marinhos e costeiros, podendo culminar na morte de certas espécies e, conseqüentemente, na biodiversidade local. A perda da qualidade da água acarreta um impacto económico significativo nas comunidades que dependem deste recurso como fonte de rendimento, uma vez que a presença de biotoxinas na água ou alimentos pode levar à restrição do seu consumo, proibição da pesca e/ou do cultivo de alimentos em determinadas áreas.

De forma a minimizar os riscos associados às biotoxinas, é fulcral realizar testes de qualidade da água e dos alimentos regularmente, bem como estabelecer limites de exposição e implementar medidas de proteção adequadas. Assim, torna-se fundamental promover a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias e métodos para controlar e prevenir a produção de biotoxinas.

Os *blooms* de colónias de algas nas zonas costeiras têm repercussões diretas e indiretas nos recursos de pesca, representando uma ameaça para peixes e aves marinhas, na aquacultura e em

particular na produção de bivalves, exportação de bens, na saúde pública e no turismo, colocando em risco a viabilidade das atividades económicas (Chopin, 2013).

A cada ano, a colheita e o comércio de ostras são proibidos por períodos prolongados devido à acumulação de toxinas marinhas do grupo do ácido ocadaico (AO). Para garantir a segurança alimentar, é frequentemente decretado o fecho temporário da exploração deste recurso pesqueiro (Braga & Costa, 2017). A presença de biotoxinas em alimentos pode afetar a produção de alimentos e a exportação de produtos agrícolas, o que também pode ter um impacto económico, podem afetar a economia, incluindo a interrupção da pesca e da aquicultura, a redução da qualidade e do valor de produtos marinhos e a diminuição do turismo (Castro & Moser, 2012).

Em Portugal, os *blooms* de *D. acuminata* e *D. acuta* são os que originam maiores perdas económicas devido à sua persistência todos os anos (Vale, 2008).

Relativamente à saúde pública, as biotoxinas tanto podem causar sintomas imediatos após a exposição, como efeitos a longo prazo, culminando no desenvolvimento de doenças crónicas (Freitas *et al.*, 2020).

Em 2006, a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA) foi nomeada pela Comissão Europeia (CE) para realizar uma série de avaliações científicas acerca das biotoxinas marinhas. Estas incluem a análise de compostos tóxicos já regulamentados pela União Europeia (UE) e os que eventualmente podem constituir uma preocupação no futuro através da sua disseminação para novas áreas geográficas (Estevez *et al.*, 2019)

Por fim, importa referir que, além da pesquisa e desenvolvimento de tecnologias e métodos para controlar e prevenir a disseminação de biotoxinas, é também essencial a divulgação de informação precisa e atualizada sobre os riscos associados, auxiliando a população a tomar decisões informadas sobre a sua saúde e bem-estar.

## **2.2. Moluscos Bivalves**

### **2.2.1. Conceitos**

Em Portugal, os moluscos bivalves são maioritariamente estudados nas áreas mais poluídas, sendo as regiões portuárias o maior enfoque, particularmente nos cascos de navios, estruturas de cais e revestimento de bóias. Adicionalmente, são estudados em áreas de fundos arenosos em rias e estuários (Saldanha, 1995), como o Estuário do Tejo, o Estuário do Sado, a Ria Formosa e a Ria de Aveiro (Almeida *et al.*, 2014). Podem ser capturados todo o ano, mas a sua condição física atinge o pico no Outono e no Inverno e piora durante e após a desova em Março e Abril (Batista & Silva, 2008).

Quanto à sua anatomia, possuem um corpo mole coberto por um exoesqueleto (Amaral *et al.*, 2006). Na sua maioria apresentam simetria bilateral, podendo ter formas alongadas ou ovais

(Thorp & Covich, 2009). Relativamente ao seu processo de reprodução, o seu sucesso depende da quantidade e qualidade de comida disponível. Algumas espécies de bivalves vivem no fundo do mar (Batista & Silva, 2008).

São animais filtradores que usam as suas brânquias tanto para a respiração como para a alimentação, filtrando grandes quantidades de água e retendo o fitoplâncton, outros microrganismos e partículas orgânicas em suspensão, plâncton, bactérias e algas. Esta aptidão torna-os suscetíveis a contaminantes presentes na água, como metais pesados, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, pesticidas, fármacos e outras substâncias tóxicas, como os desreguladores endócrinos, sendo ingeridos pelos bivalves ao serem filtrados junto com a água (Morton, 2020). De salientar ainda que a capacidade de filtração de cada espécie de bivalve depende do seu peso e comprimento (Riisgård, 2001), sendo vital na manutenção do equilíbrio dos ecossistemas aquáticos através da remoção de partículas tóxicas da água.

A sobrevivência e prosperidade dos moluscos bivalves é determinada tanto por fatores abióticos (relacionados ao ambiente) quanto por fatores biológicos. Os fatores abióticos incluem a temperatura, a salinidade, a quantidade de oxigênio dissolvido na água, entre outros. No caso da temperatura, esta pode afetar a atividade dos bivalves na medida em que aumenta a quantidade de água filtrada e, conseqüentemente, da ingestão de alimentos. Assim, a abertura máxima das valvas dos bivalves ocorre perto de 20 °C. Entre os fatores biológicos, isto é, inerentes aos moluscos, destacam-se a alimentação e a competição com outras espécies, a disponibilidade de alimentos, a presença de animais competidores, predadores e parasitas, e a ocorrência de doenças (Batista & Silva, 2008).

### **2.2.2. Exemplos de Moluscos Bivalves**

Contam-se mais de 20.000 espécies de moluscos bivalves, como amêijoas, longueirão, mexilhões, conchilha e outros. Estes podem viver em diferentes ambientes com diferentes níveis de salinidade, como água doce, salobra ou salgada (Board, 2023). Os bivalves marinhos são os mais comuns e podem ser encontrados em qualquer parte do globo e em diferentes profundidades. Além disso, têm a capacidade de viver de forma independente, enterrados na areia ou fixos em alguns substratos (Coen & Grizzle, 2016).

De seguida serão apresentadas algumas das características morfológicas dos bivalves a serem apresentados no mapa digital assim como as espécies mais comercializadas em Portugal.

#### **Amêijoa-branca**

*Spisula solida*, uma espécie de amêijoa branca, foi observada em regiões desde o sul da Islândia e do Mar da Noruega até a costa atlântica da Península Ibérica, Marrocos e Madeira. Em



Portugal, possui um importante valor comercial e é alvo de pesca artesanal de dragagem. Contudo, nos últimos dez anos, a interação entre a colheita intensiva de *Spisula solida*, a sua rápida taxa de crescimento e o facto da vida útil da espécie ser curta, tem resultado em flutuações significativas anuais na quantidade disponível e numa falha periódica na apanha. A atividade reprodutiva da *Spisula solida* está diretamente relacionada com a temperatura da água do mar, que é um fator ambiental crucial para o seu desenvolvimento e desova. Em particular, observou-se que a atividade reprodutiva desta espécie ocorreu durante períodos de baixa temperatura da água (Joaquim *et al.*, 2008).

AMÊIJOA-BRANCA	
Nome vulgar	Amêijoia-branca
Espécie	<i>Spisula solida</i> (Linnaeus, 1758)
Morfologia	Concha sólida e espessa, oval um pouco triangular e quase equilátera. Valvas com estrias e fases de crescimento bem marcadas. Cor branca ou amarelada. Perióstraco acastanhado.
Dimensão	Em média 39 mm. Máximo referido 55 mm.
Biologia	Organismos com dimorfismo sexual. A postura ocorre na Primavera/Verão, sendo a fecundação externa. Do ovo nasce uma larva que tem vida pelágica durante 10-15 dias, após os quais começa a desenvolver-se uma concha e a larva inicia uma vida bentónica. As larvas fixam-se ao substrato através do bisso, o qual chega a desaparecer quando a amêijoia cresce.
Habitat	Fundos de areia da zona intermarés até 160 m.
Distribuição Geográfica	Atlântico-Nordeste desde a Alemanha até Portugal, sul da Islândia e Mar da Noruega.
Pesca e comercialização	Captura-se com ganchorra rebocada por embarcações. São comercializadas frescas ou congeladas. Tamanho mínimo de captura: 25 mm.
Outras designações	ING - Solid surf clam; FR - Spisule épaisse; ESP - Clica



**Tabela 2** Morfologia, Biologia e ecologia dos Moluscos Bivalves (Silva & Batista, 2008)

## Mexilhão

O *Mytilus edulis* ou *galloprovincialis*, também conhecido como mexilhão ou "blue mussel" em inglês, é um tipo de bivalve pertencente à família Mytilidae. Os mexilhões alimentam-se de fitoplâncton e detritos suspensos na água que os rodeia (Pereira, 2021). O mexilhão *Mytilus* é um exemplo de espécie de elevada relevância ecológica, mas também com elevado valor comercial (Rosa, 2017).

A época de reprodução ocorre durante os meses de março-abril até setembro-outubro, e apresenta dois picos de maior intensidade durante a primavera e no outono. O crescimento do mexilhão é sazonal, sendo mínimo durante o inverno devido à diminuição da temperatura e

disponibilidade de alimento. O *Mytilus edulis* pode ser cultivado em larga escala, fixando estacas enterradas no solo, em cabos suspensos em jangadas ou capturado com facas de mariscar. É comercializado fresco, congelado ou em conserva (Oliveira, 2012).

Em resumo, a grande maioria (cerca de 95%) dos mexilhões produzidos globalmente provêm da aquicultura, localizada predominantemente na China, Europa, Chile e Nova Zelândia (Pires, 2018).

MEXILHÃO	
Nome vulgar	Mexilhão
Espécie	<i>Mytilus edulis</i> Linnaeus, 1758
Morfologia	Concha sólida, equívale e inequilateral, cilíndrica de forma aproximadamente triangular. Bordo ligamentar ligeiramente encurvado. A superfície da concha é lisa, com grande número de estrias de crescimento concêntricas, charneira desprovida de dentes; vértices terminais. Marca do músculo adutor anterior pequena e a do posterior, larga. Margens internas lisas. Possui 3 a 12 pequenas crenulações. Não possui dentes. Cor negra, azulada ou violácea escura. Internamente a concha é branca.
Dimensão	Entre 30 e 140 mm
Biologia	Organismo unisexual. A fecundação ocorre na água, onde são depositados os ovos e os espermatozoides. O tempo de incubação depende da temperatura, podendo variar entre 1 a 2 semanas. Depois deste período nasce a larva que nada durante 20 dias, ao fim do qual começa a segregar uma concha transparente e rudimentar, fixando-se sobre as rochas ou qualquer outro objecto. O ciclo reprodutor ocorre desde Março-Abril até Setembro-Outubro com dois máximos de intensidade, um na Primavera e outro no Outono, sendo no entanto, o primeiro mais intenso. São filtradores que se alimentam de pequenas partículas orgânicas flutuantes.
Habitat	Fixa-se às rochas ou a outro tipo de substratos através do bisco, na zona intermarés até 40 m, formando grandes colónias. É muito abundante em todo o litoral, bem como em águas estuarinas. Podem viver em águas poluídas, como nas áreas portuárias.
Distribuição Geográfica	Muito comum em todo o litoral atlântico e mediterrânico. Pode ser confundido com o mexilhão mediterrânico <i>M. galloprovincialis</i> .
Pesca e comercialização	Pode ser cultivado em grande escala fixado a estacas enterradas no solo ou em cabos suspensos de jangadas. Pode também ser capturado com faca de mariscar. É comercializado em fresco, congelado e em conserva. Tamanho mínimo de captura - 50 mm.
Outras designações	ING- Blue mussel; FRA - Moule commune; ESP - Mejillón común



Tabela 3- Morfologia, Biologia e ecologia dos Moluscos Bivalves (Silva & Batista, 2008)

### Ostra japonesa/gigante

A *Crassostrea gigas* é mais conhecida como ostra-do-Pacífico ou "ostra gigante" devido ao seu tamanho que varia de 8 a 15 cm, podendo chegar até aos 30 cm de comprimento. É originária

do Japão, contudo foi trazida para Portugal para fins de aquacultura além do transporte por navios, fixando-se nos cascos das embarcações. Estas ostras preferem solos de substrato duro, fixando-se em rochas, embora também possam ser encontradas em solos arenosos e lamacentos. Alimentam-se de bactérias, protozoários, diatomáceas, larvas de outros invertebrados e detritos, que filtram da água (Pereira, 2021). É uma espécie comum em estuários e é muito utilizada na ostreicultura devido ao seu rápido crescimento e adaptação a diferentes tipos de substrato. De acordo com o Laboratório de Cultivo de Moluscos Marinhos as ostras *Crassostrea gigas* possuem um limite de tolerância em relação à salinidade e à temperatura, apresentado melhor desempenho com salinidades entre 18% e 32% em climas temperados (Aguiar, 2010).

OSTRA-JAPONESA	
Nome vulgar	Ostra-japonesa, ostra-do-Pacífico, ostra-gigante
Espécie	<i>Crassostrea gigas</i> (Lamarck, 1835)
Morfologia	Concha sólida, alongada e muito irregular. Muito semelhante à ostra portuguesa.
Dimensão	Crescem muito rapidamente e atingem cerca de 60 mm em 2 a 3 anos. Em média, apresenta dimensões de 150 mm
Biologia	Idêntica a <i>Crassostrea angulata</i> .
Habitat	Adapta-se a todos os tipos de substratos. Zona intermarés. É uma espécie própria de estuários e desembocaduras de rios.
Distribuição Geográfica	Em Portugal encontra-se no estuário do Sado.
Pesca e comercialização	Não é uma espécie nativa da costa portuguesa. A semente é importada. A produção actual é obtida em viveiros e são comercializadas frescas. Alto valor comercial. É capturada por dragas de fundo. A cultura de ostras está em expansão (Espanha, França, Itália, Marrocos atlântico, Tunísia), através da aquacultura especialmente em cestos fechados e suspensos. Presença regular em vários mercados mundiais. Também é comercializada em conserva.
Outras designações	ING - Giant cupped oyster ; FRA - Huitre creuse du Pacifique ; ESP - Ostión japonés



Tabela 4- Morfologia, Biologia e ecologia dos Moluscos Bivalves (Silva & Batista, 2008)

## Conquilha

A *Donax trunculus*, também conhecida como conquilha, é uma espécie de molusco bivalve que pode ser encontrada no mar Mediterrâneo e na costa atlântica de Portugal. Ela geralmente

habita áreas intertidais, mas pode ser encontrada até uma profundidade máxima de 6 metros. Embora seja apreciada como alimento em Portugal, a quantidade de conquilha tem sofrido uma redução devido à sobreexploração, uma vez que sua produção depende exclusivamente da colheita em meios naturais (Pires, 2018).

As conquilhas são os bivalves mais propensos a acumular DSP em Portugal, e também retêm as toxinas por um período mais longo do que outros bivalves, como amêijoas e berbigões. É crucial verificar se os bivalves foram colhidos em áreas seguras e submetidos a testes de segurança alimentar antes de serem consumidos, para evitar a intoxicação alimentar (DGS, 2014).

Anualmente, a atividade de colheita e venda de conquilhas é suspensa por períodos consideráveis, em virtude da acumulação de toxinas marinhas e com vista na segurança alimentar (Braga & Costa, 2017).

Conquilha	
Nome vulgar	Conquilha, cadelinha
Espécie	<i>Donax trunculus</i> (Linnaeus, 1758)
Morfologia	Concha achatada, lisa e brilhante, alongada um pouco triangular, com o bordo posterior liso e formando um ângulo quase recto com o bordo dorsal. Sem estrias horizontais, estrias radiais pouco visíveis e linhas de crescimento. As valvas possuem dois dentes cardinais. A direita possui também um dente lateral posterior e um anterior. A esquerda possui um pequeno dente lateral anterior e um posterior bem desenvolvido. Cor branca e violeta, com bandas radiais e manchas verde-azeitona. Interior branco manchada de violeta.
Dimensão	Em média 20 - 50 mm.
Biologia	Alimenta-se de partículas em suspensão na água; os sífoes vêm até à superfície para filtrarem a água.
Habitat	Encontra-se nos primeiros metros da região infralitoral de fundos arenosos, ao nível inferior das marés. Habita entre a marca da maré baixa e 20 m de profundidade.
Distribuição Geográfica	Litoral europeu atlântico, Atlântico este, Mediterrâneo. A nível nacional distribui-se por toda a costa continental, especialmente a sul do país.
Pesca e comercialização	Captura-se com ganchorra e manualmente com draga de mão. Tamanho mínimo de captura - 25 mm. É comercializada fresca a preços médios equivalentes ao dobro da amêijoia-branca.
Outras designações	ING - Truncate donax; FR - Flion tronqué; ESP - Coguina truncada



Tabela 5- Morfologia, Biologia e ecologia dos Moluscos Bivalves (Silva & Batista, 2008)

## Longueirão

O crescimento do longueirão ocorre essencialmente a meio do inverno (janeiro/fevereiro) até setembro, sendo a sua captura fundamental em termos socioeconómicos na população portuguesa.

O crescimento da espécie foi estudado na Ria Formosa, sendo que o longueirão representa uma importante fonte de rendimento para as populações costeiras. No entanto, infelizmente, a sobrepesca tem levado à diminuição da disponibilidade deste recurso. A monitorização inadequada e controlo insuficiente, assim como a existência de um vasto mercado negro incentivam a pesca ilegal. Esta situação piora nos meses de verão, quando muitos turistas praticam pesca recreativa (Maia, 2006).

Longueirão-direito	
Nome vulgar	Longueirão-direito
Espécie	<i>Ensis spp.</i>
Morfologia	As conchas do género <i>Ensis</i> possuem concha frágil, com valvas iguais. Possuem uma forma alongada e rectangular com margens bastante curvas dorsal e ventralmente. Linhas na face externa da concha muito finas. A valva direita possui um dente cardinal e outro lateral. A esquerda possui dois dentes cardinais e dois laterais. Cor acastanhada a creme claro.
Dimensão	Em média 80 mm.
Biologia	Suspensívoro
Habitat	Fundos arenosos até 25 metros de profundidade mas pode atingir 80 metros.
Distribuição Geográfica	Desde o Mar da Noruega e do Mar Báltico até à costa atlântica de Marrocos. Aparece ainda no Mediterrâneo.
Pesca e comercialização	Principalmente por apanha manual. Tamanho mínimo de captura – 100 mm.
Outras designações	ING – Sword razor shell; FR – Couteau silique; ESP – Muergo




Tabela 6- Morfologia, Biologia e ecologia dos Moluscos Bivalves (Silva & Batista, 2008)

### 2.2.3. Importância e produção dos Moluscos Bivalves em Portugal

Os bivalves são um recurso crucial na indústria da pesca em Portugal, tanto pela sua produção como pelo número de pessoas que dependem da sua apanha e comercialização (Cabral, 2015). Para além disso, os moluscos bivalves são utilizados em inúmeras preparações culinárias, algumas das quais têm raízes profundas na gastronomia nacional. Em Portugal, estes bivalves são comercializados vivos e provêm de estabelecimentos de culturas marinhas, pesca e apanha efetuada por mariscadores. No final de 2020, havia 1 272 estabelecimentos licenciados em aquicultura para águas interiores, marinhas e de transição em Portugal, o que representa um aumento de 7 unidades em relação a 2019. Este balanço foi gerado pelo licenciamento de 37

viveiros e uma unidade de reprodução, apesar da redução de 21 tanques e 10 estruturas flutuantes (INE, 2022).

Os valores de produção são irregulares e nem sempre fáceis de estimar devido a interdições pontuais da pesca, impostas como medidas de gestão, como é o caso da amêijoia-branca em fase de sobrepesca, de segurança, quando se verifica a presença de quantidades elevadas de algas produtoras de biotoxinas nas zonas de produção, e ainda devido a índices variáveis de mortalidade que decorrem, entre outros fatores, do manejo nos viveiros, utilização de semente inadequada e alterações da qualidade da água (Nunes, 2008).

O baixar da produção destes bivalves está normalmente associado a fatores de degradação ambiental, que contribuem significativamente para a ocorrência de situações de mortalidade. No entanto, a produção destes bivalves continua a ser relevante em termos sociais e no âmbito da produção aquícola, sendo que os espécimes são muito apreciados na gastronomia tradicional, em particular a amêijoia-boia (Fernandes, 2008). Embora o consumidor português prefira comprar bivalves vivos, o produto congelado está a registar uma procura crescente. A comercialização sob a forma de conservas ainda não é muito expressiva, mas espera-se um aumento da procura devido à sua comodidade (Nunes, 2008). Os moluscos bivalves vendidos em Portugal são provenientes da produção nacional, aquicultura, pesca e apanha, ou do mercado externo. A costa portuguesa apresenta condições naturais favoráveis para a produção destes bivalves, tanto no litoral como em zonas estuarinas e lagunares, especialmente nas rias Formosa, Alvor e Aveiro (Fernandes, 2008).

A produção e o consumo de moluscos bivalves têm aumentado nos últimos anos devido à melhoria das técnicas de maricultura e também ao desenvolvimento de metodologias de conservação e transporte que têm permitido, por um lado, a manutenção dos animais vivos por períodos mais longos e, por outro lado, a distribuição destes produtos a grandes distâncias. Assim, no que diz respeito à comercialização, tem sido possível observar uma maior variedade de congelados, em particular de amêijoas e mexilhões, tanto inteiros como em forma de miolo. Além disso, as feiras de marisco ocorrem em todo o litoral, onde as suas características saborosas e únicas desempenham um papel importante na gastronomia moderna. No entanto, a grande pressão urbana sobre algumas das zonas de produção, os sistemas de tratamento de efluentes urbanos e industriais nem sempre bem otimizados e dificilmente controlados, bem como a crescente circulação internacional destes produtos, colocam alguns desafios em relação à proteção do consumidor, especialmente no que diz respeito à presença de microrganismos patogénicos, biotoxinas marinhas e contaminantes químicas (Nunes, 2008).

Os preços médios dos moluscos (4,40 €/kg) aumentaram em 5,9% em todo o país em 2021. Apesar do volume de captura de ambos os grupos ter crescido no ano em análise, a maioria das espécies valorizou devido à procura crescente em relação a 2020. A produção de moluscos atingiu 20.963 toneladas, um aumento de 30,8% em relação ao ano anterior. O aumento significativo deveu-se à captura de espécies como o polvo (+37,9%) com 7.208 toneladas e o choco (+13,3%)

com 1.436 toneladas. A captura de potas também aumentou significativamente (de 64 toneladas em 2020 para 2.519 toneladas) assim como a de bivalves, como o berbigão com 3.921 toneladas (+18,7%) e as amêijoas com 1.402 toneladas (+38,1%).

A produção de moluscos em aquicultura (9.863 toneladas) aumentou 47,5% e representou 58,0% da produção aquícola total, comparando com 46,6% em 2019.

Em 2020, a estrutura dos estabelecimentos que produzem moluscos não sofreu grandes alterações em relação ao ano anterior. Cerca de 89,0% das unidades eram viveiros para produção de moluscos bivalves, que aumentaram o seu peso em relação a 2019 (86,6%).

As importações de "Moluscos e invertebrados aquáticos, vivos, frescos, refrigerados, congelados etc." aumentaram em 58,9 milhões de euros (+25,5%), principalmente provenientes de Espanha (+33,5%), que manteve uma quota de 66,5% (+4,0 p.p. face ao ano anterior), sendo o segundo maior aumento. Os "Moluscos e invertebrados aquáticos, vivos, frescos, refrigerados, congelados etc." foram o grupo que apresentou o maior aumento nas exportações (+59,1 milhões de euros, correspondente a +47,0%), tornando-se no terceiro grupo mais exportado (quarto em 2020) com uma quota de 16,5% (13,7% no ano anterior). Este aumento ocorreu principalmente nas exportações para Espanha (+41,1%), que continuou a ser o principal cliente, representando 62,2% (-2,6 p.p. em relação a 2020). Devido à crescente procura, a produção de moluscos em aquicultura (9.863 toneladas) aumentou 47,5% no último ano, tornando-se responsável por 58% da produção aquícola total. Este aumento foi acompanhado por uma maior captura de bivalves, como o berbigão (+18,7%) e as amêijoas (+38,1%), como indicado pelas Estatísticas da Pesca publicadas pelo INE (INE, 2022).

Apesar das informações anteriores, os dados mais recentes mostram uma diminuição de 14,8% no volume de capturas de peixes em Portugal em relação ao ano de 2023 (-17,0% em dezembro), principalmente devido à menor captura de moluscos e peixes marinhos. Foram capturadas 5 383 toneladas de peixes, gerando uma receita total de 24 287 mil euros, o que representa uma redução de 11,0% (-17,9% em dezembro). O preço médio do pescado descarregado foi de 4,40 euros/kg, representando um aumento de 5,4% (-1,8% em dezembro). Já o preço médio dos moluscos (5,94 Euros/kg) aumentou em 16,3%, principalmente devido ao aumento do preço do polvo, pota, lulas e berbigão (INE, 2023).

### **2.3. A importância das tecnologias na Moluscicultura**

O consumo de alimentos contaminados é responsável pela exposição dos seres humanos a substâncias tóxicas, sendo que produtos da pesca e da aquicultura são um dos grupos alimentares que apresenta o maior número de casos de contaminação em Portugal. As opções de desenvolvimento tecnológico futuro e as diferentes formas de atuação são responsáveis pela

implementação de um sistema que garanta a segurança, bem como propostas de legislação, normas e inspeção (Oliveira, 2012).

As tecnologias e sistemas de informação são diariamente utilizados nas atividades piscatórias portuguesas com diversas funcionalidades. Alguns exemplos são os sensores *in situ* que possibilitam a captura e transmissão sem fios dos valores recolhidos na água através de uma rede de monitorização que possibilita a definição de parâmetros de forma contínua e em tempo real, sendo estes colocados na fonte da água, temos também os sistemas de *Internet of Things* (IoT) que permitem a comunicação através de aplicações direcionadas para o contexto e possibilita a conexão de dispositivos inteligentes sem a intervenção humana (ex: *Bluetooth, LoRa, SigFox, WiFi e ZigBee*), os microcontroladores que ajudam na transformação dos dados em formato digital, no seu processamento e tomada de decisões e por fim os servidores centrais que possibilitam a visualização e análise dos dados recolhidos, em relação às substâncias presentes no local em observação, assim como a sua posterior apresentação através de aplicações *web* ou *mobile* (Raquel & Machado, 2019).

Este projeto prende-se com o desenvolvimento de um sistema de informação, um mapa digital, que permitirá a análise de determinadas regiões, fornecendo informações relativas aos níveis de biotoxinas em moluscos bivalves. A interpretação de mapas digitais através de plataformas online como os Sistemas de Informação Geográfica (GIS), facilita a elaboração de gráficos e mapas temáticos de maneira mais simples e rápida. A relevância destas ferramentas digitais focasse na capacidade de incorporar informações e dados intangíveis em mapas, promovendo a monitorização constante dos territórios em análise (Pomesano *et al.*, 2020).

As tecnologias desempenham um papel essencial na colheita de moluscos bivalves, orientando para locais com menor probabilidade de contaminação, garantindo a segurança alimentar. Adicionalmente, podem ser utilizadas na gestão da qualidade do produto, controlando a temperatura e a humidade durante o transporte e o armazenamento dos moluscos. A tecnologia pode também ser usada na formação e capacitação dos profissionais que trabalham na colheita de moluscos, proporcionando conhecimentos e ferramentas para uma atividade mais segura e sustentável (Freitas & Nunes, 2022). A monitorização das biotoxinas desempenha um papel fundamental no controlo e prevenção de surtos de intoxicação alimentar causados por biotoxinas em moluscos bivalves (Batista & Silva, 2008).

O Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P. (IPMA), com o apoio do Mar 2020 (MAR2020, 2021), é responsável pelo Sistema Nacional de Monitorização de Moluscos Bivalves (SNMB), que tem como objetivos monitorar as áreas de produção aquícola, identificar, avaliar e monitorar zonas com potencial de risco, além de divulgar inovações tecnológicas e boas práticas relacionadas ao processo produtivo.



## Capítulo 3 – Metodologia de Investigação

### 3.1. Introdução à metodologia DSR

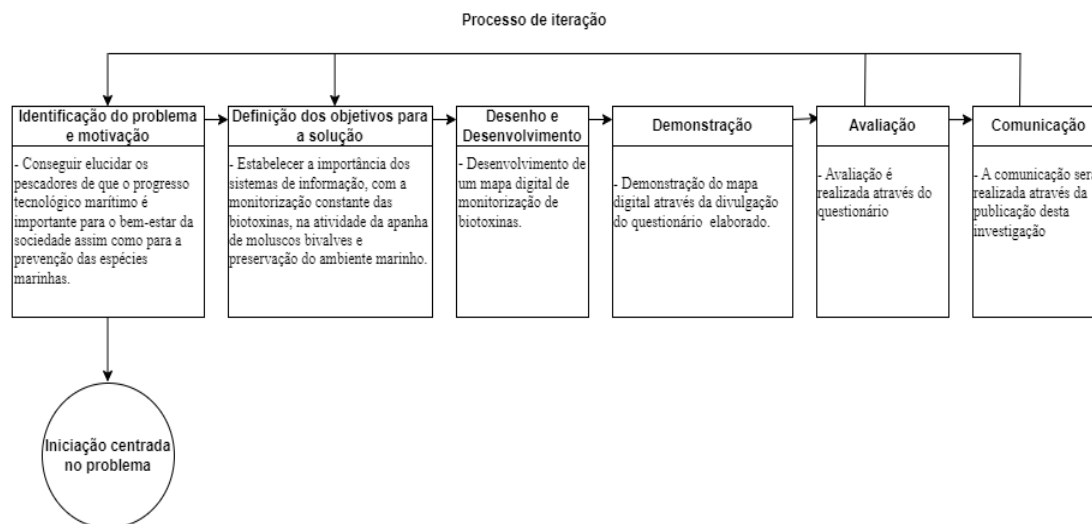
A metodologia de investigação deste projeto foi baseada no *Design Science Research* (DSR), que visa melhorar as bases de conhecimento tecnológico e científico. O DSR procura alargar os limites das capacidades humanas e sociais com a criação de artefactos novos e inovadores que permitam melhorar o ambiente em que são implementados, a globalização, a integração, o aumento da produtividade e a rápida adaptação. O objetivo prende-se com o desenvolvimento de uma estrutura para melhor compreensão, execução e avaliação da pesquisa, bem como medir o impacto na apanha dos moluscos bivalves. O processo DSR inclui seis etapas (vom Brocke J *et al.*, 2020):

1. **Identificação do problema e motivação** – consiste na definição do problema que levou ao início do estudo e a sua respetiva motivação;
2. **Definição dos objetivos para a solução** – definir pormenorizadamente os objetivos a cumprir;
3. **Desenho e Desenvolvimento** – criação e desenvolvimento de artefactos definindo quais as suas funcionalidades e arquitetura;
4. **Demonstração** – demonstrar a eficácia do artefacto criado para resolver o problema identificado;
5. **Avaliação** – determinar se o artefacto constitui uma solução para o problema identificado;
6. **Comunicação** – comunicar o problema, a sua importância, o artefacto desenvolvido, a utilidade do mesmo e o rigor do seu design e a sua eficácia;

As etapas mencionadas são realizadas numa ordem sequencial, porém, o ponto de partida pode ocorrer em momentos diferentes, sendo que neste projeto o ponto de partida foi:

- **Centrado no problema** – a investigação é iniciada devido à identificação de um problema.

O seguinte fluxograma baseado no DSR procura demonstrar de forma simples o fluxo normal de desenvolvimento do artefacto (mapa digital) deste projeto:



**Figura 1** – Aplicação de DSR (vom Brocke J *et al.*, 2020)

### 3.2. Desenvolvimento e design do Mapa Digital

#### Descrição do estudo centrado no desenvolvimento do mapa digital

O Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) desempenha um papel crucial, atuando como a entidade responsável pela classificação e supervisão das áreas de produção de moluscos bivalves, além da realização da monitorização de biotoxinas marinhas. Os bivalves são submetidos regularmente a análises (semanais ou quinzenais) no Laboratório Nacional de Referência de Biotoxinas Marinhas, a fim de identificar toxinas DSP, PSP e ASP, simultaneamente à contagem das microalgas tóxicas presentes na água do mar.

Se, após a análise, os níveis de biotoxinas que representem risco à saúde humana forem detetados, o IPMA, em conjunto com a autoridade marítima competente, a Direção-Geral da Marinha, procede à proibição da colheita e comercialização dos bivalves. Num cenário em que se verifique a diminuição do grau de biotoxinas, estando os valores dentro dos limites aceitáveis, o risco para a saúde é eliminado, levando ao fim da proibição (IPMA, 2023).

O mapa digital foi desenvolvido com o propósito de apresentar a permissão ou proibição da apanha e captura dos moluscos bivalves de forma dinâmica e com uma periodicidade mensal. O objetivo prende-se também com a sensibilização para a utilização dos sistemas de informação de forma assídua e eficaz, procurando também demonstrar que o desenvolvimento destas tecnologias digitais destinadas ao uso de monitorização de biotoxinas deveriam ser alvos de evoluções contínuas.

## **Técnica de Recolha dos Dados**

Os dados de permissão ou proibição da apanha de moluscos bivalves baseados nos níveis de biotoxinas são divulgados no site do IPMA quinzenalmente ou mensalmente. São disponibilizados através de tabelas com informação relativamente às diferentes espécies de molusco existentes na costa portuguesa, podendo existir períodos sem dados. Assim, a recolha dos dados que irão alimentar as nossas tabelas para desenvolvimento do mapa digital foi feita de forma manual, numa fase inicial, mantendo o mapa sempre atualizado.

## **Amostra**

Os dados recolhidos do site do IPMA incluem a espécie do molusco, a região, o tipo de biotoxina e suas quantidades.

O período apresentado no mapa diz respeito aos dados de Janeiro a Maio do ano de 2023, tendo os dados sido recolhidos entre Junho e Agosto de 2023, perfazendo um total de três meses.

A região em análise inclui a costa litoral centro e sul de Portugal. De modo a facilitar a análise, encontra-se dividida em três zonas distintas, sendo a primeira entre a Figueira da Foz e a Nazaré, a segunda entre Peniche e Cabo Raso e a terceira entre o litoral Cabo Raso e a Lagoa de Albufeira. De aqui em diante irão ser utilizadas as denominações L4, L5a e L5b para designar estas zonas de produção, tal como apresentado no site do IPMA.

As espécies de molusco incluídas no estudo são amêijoas-brancas, mexilhão, ostra japonesa/gigante, conculha e longueirão. As restantes espécies foram excluídas deste estudo por não estarem presentes nestas regiões nos meses do estudo. Outro critério de exclusão prende-se com o facto de, apesar de estarem presentes nestas alturas, o IPMA não disponibilizar dados relativamente às quantidades de biotoxinas.

As biotoxinas em análise englobam três tipos: Lipofílicas (DSP) Amnésicas (ASP) e Paralisantes (PSP), sendo os seus níveis expressos em  $\mu\text{g}$  ou  $\text{mg}$  de toxina por cada  $\text{kg}$  de molusco bivalves.

## **Construção do mapa**

Na construção do mapa digital foi utilizado o software QGIS 3.30 ligado às geotecnologias. O desenvolvimento completo do mapa compreendeu um período de cinco meses, incluindo uma fase de formação relacionada com o funcionamento deste software e desenvolvimento das suas funcionalidades.

Inicialmente são definidos os grupos, que neste caso representam os meses e, de seguida os subgrupos, que representam as regiões alvo de análise. Dentro do subgrupo região, foram

definidas ainda as *layers* que correspondem a cada espécie de molusco bivalve: mexilhão, amêijoia-branca, ostra japonesa/gigante, conquilha e longueirão.

No desenvolvimento dos *layers* foram utilizadas as coordenadas de cada região, disponibilizadas pelo IPMA, de modo a ter rigor nos limites em relação às zonas permitidas para apanha dos moluscos bivalves.

Para a legenda foi criado um grupo de estados e um código de cores correspondente no mapa digital:

- Permissão para captura e apanha (verde);
- Interdição total para captura e apanha (vermelho);
- Permissão parcial para captura e apanha (amarelo);
- Dados não disponibilizados (cinzento).

Para que este código de cores seja atribuído de forma eficiente é necessário ter em conta os limites e regulamentações existentes. Segundo o Regulamento (CE) N.º 854/2004 de 29 de abril, as análises deverão ser feitas de forma periódica, obedecendo aos limites legais estipulados no Regulamento (CE) N.º 853/2004 da Comissão de 29 de abril e no Regulamento (CE) N.º 786 da Comissão de 16 de agosto, que altera o anexo III do Regulamento anteriormente citado (Europeia, 2004). Assim, os limites de biotoxinas são:

- Lipofílicas (DSP): 160 µg equivalentes de Ácido ocadaico (AO)/kg;
- Amnésicas (ASP): 20 mg de Ácido domótico (AD)/kg;
- Paralisantes (PSP): 800 µg equivalentes de saxitoxina (STX)/kg.

No fim, depois de carregados os dados nos *layers* correspondentes, é possível a extração do mapa digital com a visualização das regiões e o respetivo código de cores, traduzindo a permissão ou proibição da apanha.

## **Funcionalidades do Mapa**

Neste capítulo será explorada a terceira etapa da aplicação da DSR, as funcionalidades do nosso artefacto (mapa digital) e as etapas do seu desenvolvimento, de modo a torná-lo único e inovador.

O mapa digital apresenta um conjunto de grupos e *layers* todos eles apresentados no QGIS, onde serão trabalhados os dados antes da versão final do mapa digital ser apresentada aos pescadores.

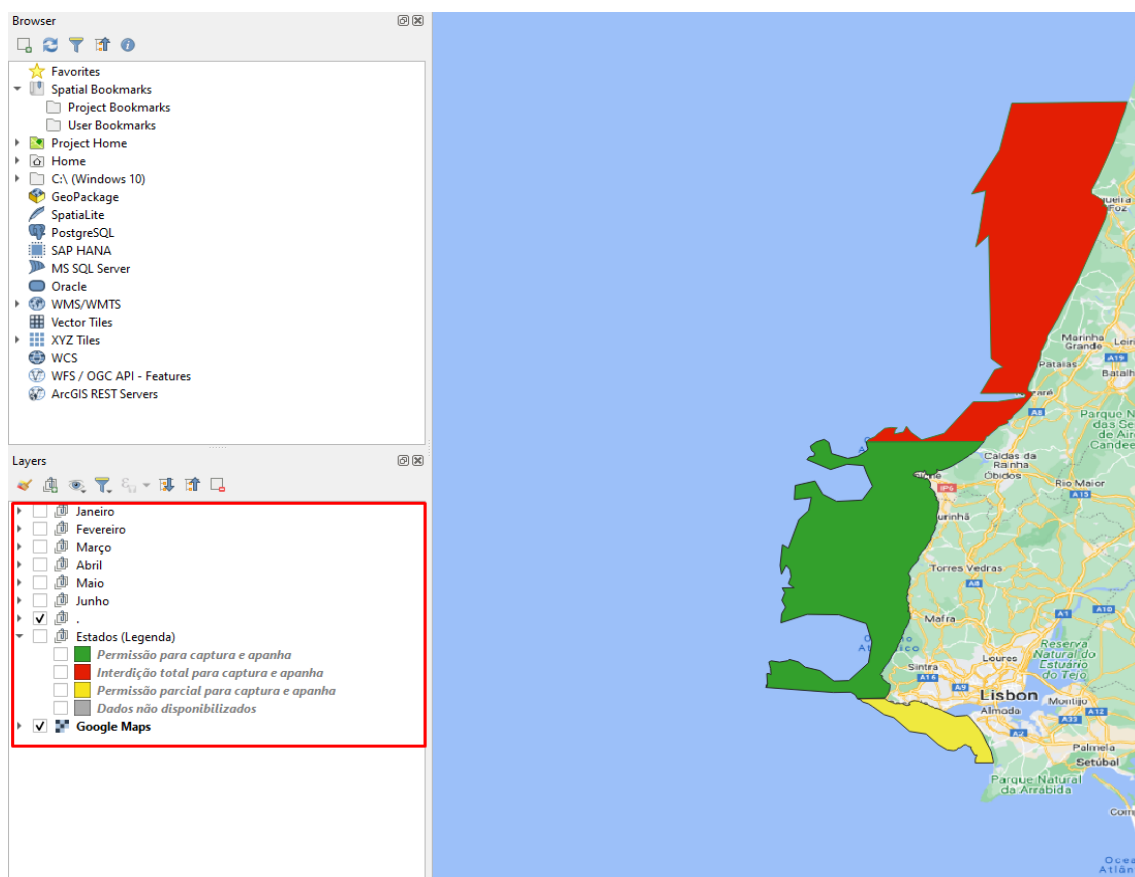
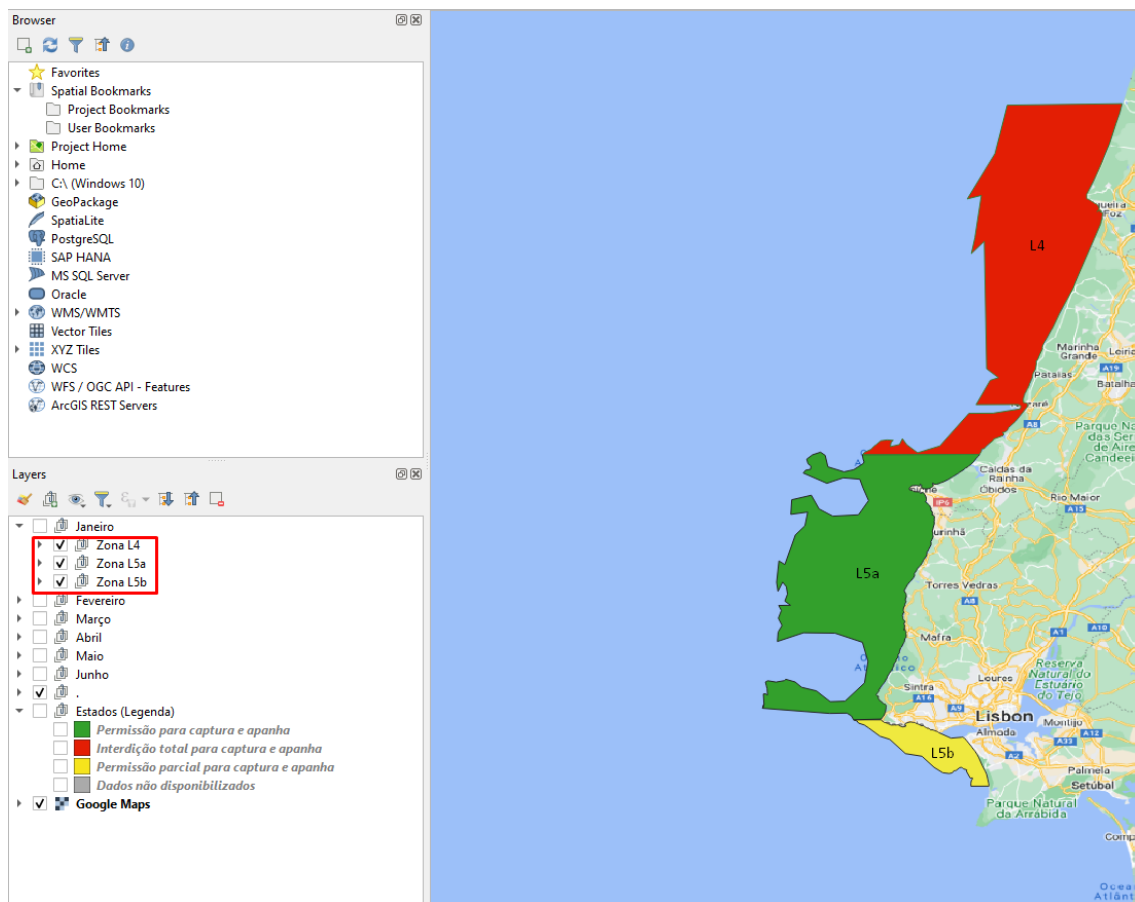


Figura 2- Apresentação do mapa digital no QGIS e respetivos grupos para tratamento/apresentação dos dados

Como podemos observar pela Figura 2 o mapa digital será apresentado no software QGIS e contém os grupos representativos dos meses, de Janeiro a Maio do ano de 2023, representados no lado esquerdo da Figura 2.

É possível observar através desta primeira apresentação do mapa digital que apenas irá representar os dados relacionados com os níveis de biotoxinas presentes nos moluscos bivalves o que o torna no único mapa digital a disponibilizar estes dados de forma distinta e separada. Esta apresentação única dos dados torna-o o único e de fácil leitura. Assim, torna-se evidente a distinção em relação a outras tecnologias, nomeadamente a outros mapas digitais ligados à monitorização de biotoxinas que são atualmente apresentadas aos pescadores.

Na figura 2 é também representado o grupo denominado “Estados” e sua respetiva legenda com código de cores.



**Figura 3-** Apresentação do mapa digital no QGIS e respetivos grupos das regiões a serem observadas

Na figura 3 vemos em detalhe os três subgrupos das regiões em análise (Figueira da Foz – Nazaré (L4), Peniche – Cabo Raso (L5a) e litoral Cabo Raso – Lagoa de Albufeira (L5b)).

Esta funcionalidade permite ao utilizador conseguir visualizar de forma individual a região ou regiões que vão ao encontro do seu interesse profissional e as quais necessita para o desempenhar das suas atividades. Também permitirá à pessoa responsável pela sua manutenção do mapa digital trabalhar os dados de forma individual numa região de preferência, tornando o seu trabalho mais preciso e eficaz.

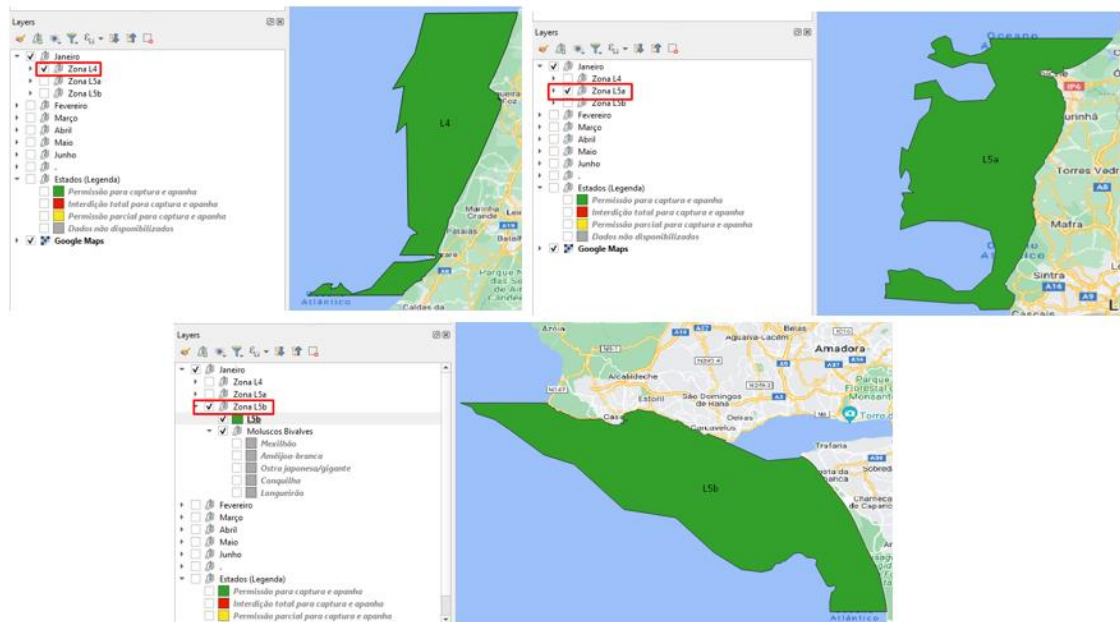


Figura 4- Apresentação dos layers de cada região no QGIS

Assim, como representado na figura 4, é possível seleccionar os meses e regiões pretendidos, permitindo obter conclusões relativamente à permissão ou proibição da apanha através do código de cores.

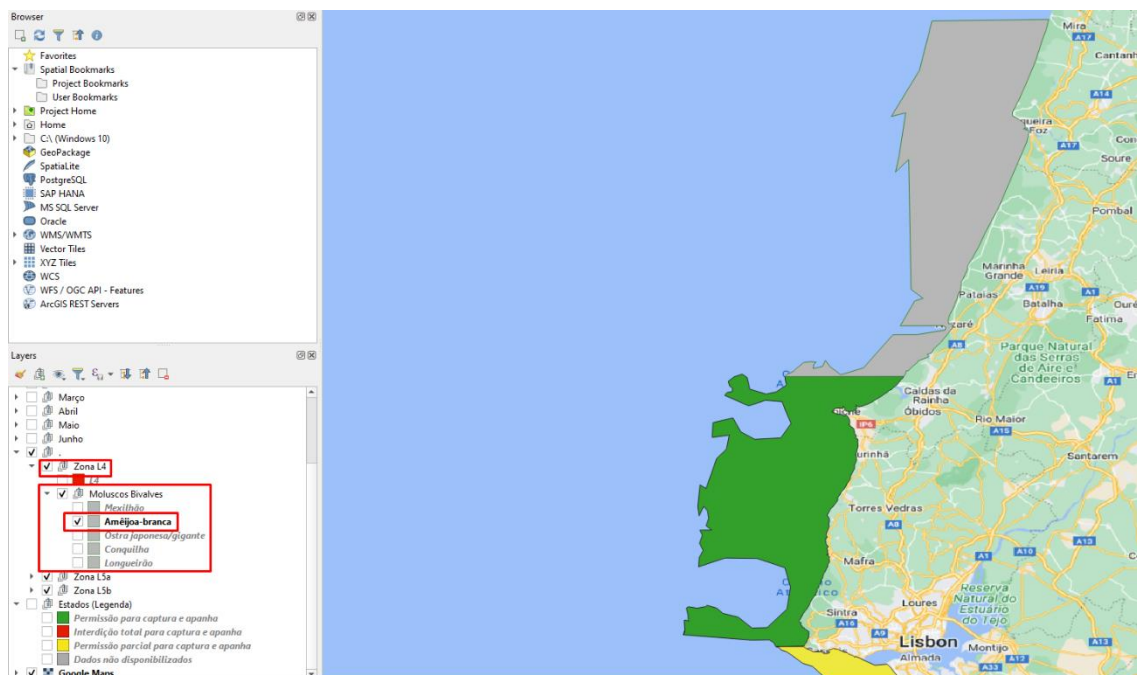


Figura 5- Apresentação dos layers de cada espécie em observação no QGIS

Na Figura 5 é possível visualizar em detalhe o subgrupo “Moluscos Bivalves”, constituído pelos layers representativos de cada espécie, possibilitando uma análise individual em maior

detalhe. O utilizador pode seleccionar uma ou mais espécies, entre o mexilhão, amêijoia-branca, ostra japonesa/gigante, conculha e longueirão.

### 3.3 Estudo sobre o questionário

O questionário tem como objetivo obter a percepção dos pescadores relativamente à utilidade do mapa digital, além de averiguar a possível adesão à sua utilização na atividade diária.

#### Técnica de recolha de dados

O questionário foi a técnica de recolha de dados escolhida tendo em conta o objetivo do estudo que se prende com variáveis relacionadas com percepção, atitudes e opinião. Adicionalmente, permite rapidez de obtenção de dados associada a um baixo custo. O facto de ser online também constitui uma vantagem, dado facilitar a análise e tratamento de dados.

#### Construção do questionário

As perguntas do questionário tiveram como base de construção as funcionalidades do mapa digital desenvolvido previamente. Perante a inexistência de um questionário validado com o objetivo comum a este projeto, o questionário foi elaborado pelo autor. Este questionário é constituído por uma combinação de questões de múltipla escolha, escala *Likert*, dicotómica e resposta única. Foi elaborada uma breve introdução no início do questionário com a visão geral do estudo, objetivos, identificando a instituição e investigador (Rodrigues, 2021). O preenchimento do questionário foi anónimo, sendo questionado o consentimento para prosseguir à resposta das questões.

Na tabela abaixo encontram-se em detalhe os assuntos abordados e os objetivos pretendidos com cada uma das questões.

Objetivos	Assuntos	Perguntas presentes no questionário
Caracterizar a amostra	Idade, Atividade	1. Qual a sua idade?; 2. Qual é a sua ocupação principal?
Averiguar conhecimento dos pescadores	Regulamentação sobre as biotoxinas nos moluscos bivalves	3. Está familiarizado com as regulamentações existentes sobre as biotoxinas e os riscos associados à sua presença em alimentos marinhos?
Importância e utilidade (funcionalidades) do mapa digital desenvolvido	Artefacto desenvolvido (mapa digital)	4. Qual é a sua opinião sobre a importância de um mapa digital de monitorização das biotoxinas para os pescadores de regiões costeiras em Portugal?; 5. Qual seria a principal



		<p>vantagem de um mapa digital para os pescadores?; <b>7.</b> Quais informações acredita que um mapa digital de monitorização das biotoxinas deveria fornecer aos pescadores?; <b>8.</b> Acha que este recurso poderia promover uma gestão mais sustentável da atividade pesqueira em Portugal?; <b>9.</b> A existência de um mapa poderia melhorar a comunicação entre as autoridades responsáveis, os pescadores e os consumidores?; <b>10.</b> Estaria disposto(a) a utilizar um mapa digital de monitorização das biotoxinas nas suas atividades de pesca?; <b>11.</b> Para si qual seria a forma mais fácil de aceder ao mapa digital?; <b>12.</b> O mapa seria uma ferramenta útil para orientar as minhas decisões de pesca e garantir a segurança dos produtos que capturo?; <b>13.</b> Qual é a importância de ter acesso em tempo real aos dados atualizados sobre a presença de biotoxinas nas áreas de pesca?; <b>14.</b> Acredita que o mapa ajudaria a minimizar os impactos económicos causados por eventuais proibições de áreas de pesca?</p>
Perceção do conhecimento tecnológico dos pescadores	Conhecimento/experiência tecnológica dos pescadores	<b>6.</b> Já teve alguma experiência prévia com a utilização de ferramentas digitais na sua atividade?
Possibilidade de investimento futuro	Custos associados ao mapa digital	<b>15.</b> Na sua opinião, a implementação desta ferramenta exigiria investimentos financeiros significativos?

**Tabela 7** - Questões presentes no questionário elaborado

### **Amostra**

A amostra selecionada inclui as regiões da Figueira da Foz – Nazaré (L4), Peniche – Cabo Raso (L5a) e litoral Cabo Raso – Lagoa de Albufeira (L5b). As empresas colaborantes englobam a Associação Dos Armadores Das Pescas Industriais, Docapesca - Portos e Lotas, S.A., Viveiros Porto D'areia Sul - Comércio De Bivalves, SESIBAL - COOPERATIVA DE PESCA DE SETÚBAL, SESIMBRA E SINES, CRL, CALUZE - Comércio de Pescado, Lda. e os Viveiros De Marisco Pesca Verde, Lda. Trata-se de uma amostra de conveniência, sem seleção de participantes ou aleatorização.

A tabela abaixo apresenta as características gerais dos pescadores que participaram no estudo.

Características	Nº de pescadores	%
<b>Idade</b>		
- 18 aos 26	26	12,6
- 27 aos 35	42	20,4
- 36 aos 55	78	37,9
- >56	60	29,1
<b>Ocupação principal</b>		
- Pescador profissional;	79	38,3
- Pescador amador;	43	20,9
- Representante Associação Armadores;	19	9,2
- Viveiros De Marisco Pesca Verde, Lda;	15	7,3
- Representante Docapesca;	13	6,3
- Viveiros Porto D'areia Sul;	15	7,3
- SESIBAL - Cooperativa de Pesca de Setúbal;	11	5,3
- CALUZE - Comércio de Pescado, Lda;	11	5,3
<b>Conhecimentos sobre regulamentações/riscos associados às biotoxinas</b>		
- Sim	57	27,7
- Não	149	72,3
<b>Experiência com a utilização de ferramentas digitais de monitorização</b>		
- Sim	51	24,8
- Não	155	75,2

**Tabela 8** - Características gerais da amostra do questionário

## Recolha de dados

A recolha dos dados para o questionário deste projeto realizou-se através da aplicação *Google Forms*, onde o questionário foi apresentado a pescadores profissionais e amadores, contando também com a colaboração das empresas e associações ligadas à produção e comercialização de moluscos bivalves.

A disponibilização do questionário ocorreu em duas etapas, compreendendo um período de dois meses no total. As respostas foram dadas de forma voluntária e com garantia de anonimato.

Numa primeira fase foram contactados por telefone os principais representantes das empresas/associações das regiões Figueira da Foz – Nazaré (L4), Peniche – Cabo Raso (L5a) e litoral Cabo Raso – Lagoa de Albufeira (L5b), fazendo enquadramento do questionário e averiguando o interesse na participação no estudo. Após o seu consentimento foi enviado por e-mail com o link da página do questionário do *Google Forms* para que as equipas dos recursos humanos das empresas e associações, com uma breve introdução ao tema e objetivos do estudo, pudessem solicitar o seu preenchimento também pelos colaboradores.

Posteriormente, foram realizadas visitas ao terreno às regiões representadas no mapa digital, de modo a apresentar de forma mais direta o questionário à comunidade piscatória e colmatar possíveis falhas por dificuldade de acesso a meios tecnológicos. Após uma breve explicação do enquadramento e objetivos do estudo e suas implicações, obtivemos um total de 206 pescadores

que aceitaram preencher. Neste caso diferiu da fase de divulgação por e-mail, uma vez que o mapa digital e seu funcionamento foram apresentados via tablet previamente ao preenchimento do questionário pelos pescadores.

## Capítulo 4 – Análise de dados e discussão dos resultados

### 4.1. Mapa Digital

Nesta secção, sendo representativa da quarta fase de DSR, serão apresentados, interpretados e analisados os dados dos moluscos bivalves provenientes do IPMA representados no mapa digital desenvolvido neste projeto referente ao período de Janeiro a Maio de 2023.

O primeiro mês de análise é Janeiro de 2023 onde foram divulgados os seguintes valores:

//- Não Disponível

Espécie	Zona de Produção	Toxinas Lipofílicas			Toxinas Amnésicas		Toxinas Paralisantes	
		( $\mu\text{g}$ AO equiv/kg)	( $\mu\text{g}$ AZA eq./kg)	(mg YTX eq./kg)	(mg AD+AE/kg)		( $\mu\text{g}$ STX equiv/kg)	
Mexilhão	L4	25    66    25	//	//	//	//	//	//
Amêijoia-branca	L4	//	//	//	//	//	//	//
Mexilhão	L5a	24	//	//	//	//	//	//
Mexilhão	L5b	//	//	//	//	//	//	//

**Tabela 9-** Tabela relativa aos dados divulgados pelo IPMA no mês de Janeiro (IPMA, 2023)

A análise dos dados da tabela 9 permite verificar que em relação ao mexilhão foram registados vários valores ao longo do mês de Janeiro, sendo que o valor a ter em conta na análise será sempre o último valor divulgado, tal como referenciado ao longo deste projeto, dado serem valor mensais. Assim, no mês de Janeiro na zona L4 foram registados 25  $\mu\text{g}$  equivalentes de Ácido ocaidaico (AO)/kg em relação ao mexilhão, o que possibilita a sua apanha e captura. Verificamos que o mexilhão para a zona L5a registou valores dentro dos limites recomendados 24  $\mu\text{g}$  equivalentes de Ácido ocaidaico (AO)/kg.



**Figura 6-** Mapa Digital do mês de Janeiro

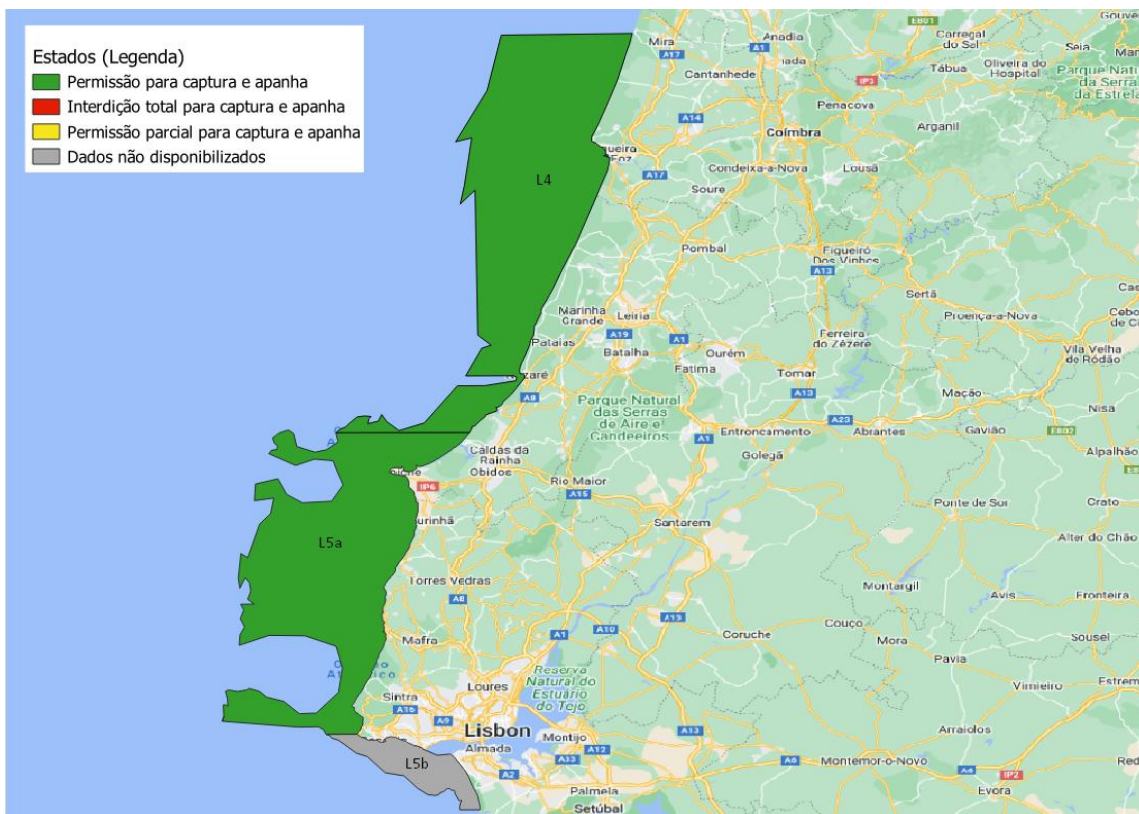
O segundo mês de análise é Fevereiro de 2023, onde foram divulgados os seguintes valores:

//- Não Disponível

Espécie	Zona de Produção	Toxinas Lipofílicas			Toxinas Amnésicas		Toxinas Paralisantes	
		( $\mu\text{g}$ AO equiv/kg)	( $\mu\text{g}$ AZA eq./kg)	(mg YTX eq./kg)	(mg AD+AE/kg)		( $\mu\text{g}$ STX equiv/kg)	
Mexilhão	L4	75	//	//	//	//	//	//
Amêijoabranca	L4	//	//	//	//	//	//	//
Mexilhão	L5a	94	//	//	//	//	//	//
Mexilhão	L5b	//	//	//	//	//	//	//

**Tabela 10-** Tabela relativa aos dados divulgados pelo IPMA no mês de Fevereiro (IPMA, 2023)

No mês de Fevereiro na zona L4 foram registados 75  $\mu\text{g}$  equivalentes de Ácido ocadaico (AO)/kg no que diz respeito ao mexilhão, com conseqüente permissão de captura. Adicionalmente, observamos que o mexilhão para a zona L5a registou valores dentro dos limites recomendados 94  $\mu\text{g}$  equivalentes de Ácido ocadaico (AO)/kg.



**Figura 7-** Mapa Digital do mês de Fevereiro

O terceiro mês de análise é Março de 2023 onde foram divulgados os seguintes valores:

// - Não Disponível

Espécie	Zona de Produção	Toxinas Lipofílicas			Toxinas Amnésicas		Toxinas Paralisantes	
		( $\mu\text{g}$ AO equiv/kg)	( $\mu\text{g}$ AZA eq./kg)	(mg YTX eq./kg)	(mg AD+AE/kg)		( $\mu\text{g}$ STX equiv/kg)	
Mexilhão	L4	319    233	//	//	//	//	//	//
Amêijoabranca	L4	//	//	//	//	//	//	//
Mexilhão	L5a	//	//	//	//	//	//	//
Mexilhão	L5b	//	//	//	//	//	//	//
Conquilha	L5b	30	//	//	//	//	//	//

Tabela 11- Tabela relativa aos dados divulgados pelo IPMA no mês de Março (IPMA, 2023)

Em Março na zona L4 foram registados 233  $\mu\text{g}$  equivalentes de Ácido ocadaico (AO) por cada kilo de mexilhão, provocando a interdição total da apanha, dado que ultrapassou os limites recomendados. Quanto aos valores registados para a conquilha na zona L5b, estes encontravam-se dentro dos limites recomendados: 30  $\mu\text{g}$  equivalentes de Ácido ocadaico (AO)/kg.

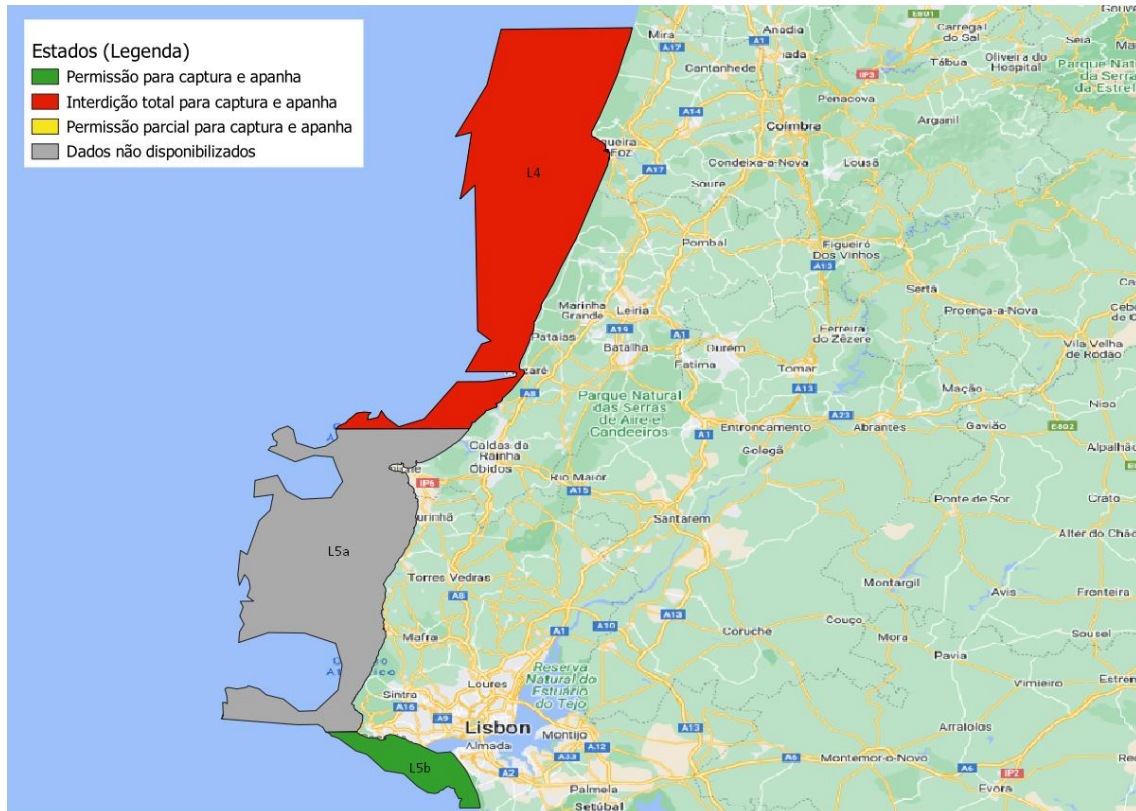


Figura 8- Mapa Digital do mês de Março

O quarto mês de análise é Abril de 2023 onde foram divulgados os seguintes valores:

//- Não Disponível

Espécie	Zona de Produção	Toxinas Lipofílicas			Toxinas Amnésicas		Toxinas Paralisantes	
		( $\mu\text{g}$ AO equiv/kg)	( $\mu\text{g}$ AZA eq./kg)	(mg YTX eq./kg)	(mg AD+AE/kg)		( $\mu\text{g}$ STX equiv/kg)	
Mexilhão	L4	514    188    138	//	//	//	//	//	//
Mexilhão	L5a	//	//	//	//	//	//	//
Mexilhão	L5b	55    123    117    68	//	//	//	//	//	//

Tabela 12- Tabela relativa aos dados divulgados pelo IPMA no mês de Abril (IPMA, 2023)

Na zona L4 foram registados valores bastante altos durante o mês de Abril, o que impossibilitou a sua apanha. No entanto, o valor considerado para a nossa análise final, correspondente ao fim do mês, foi de 138  $\mu\text{g}$  equivalentes de Ácido ocadaico (AO)/kg, o que permite a captura no mês seguinte. Verificamos que o mexilhão na zona L5b registou valores dentro dos limites recomendados durante todo o mês, terminando esse período a registar 68  $\mu\text{g}$  equivalentes de Ácido ocadaico (AO)/kg, o que possibilita a sua apanha.



Figura 9- Mapa Digital do mês de Abril

O quinto mês de análise é Maio de 2023 onde foram divulgados os seguintes valores:

//- Não Disponível

Espécie	Zona de Produção	Toxinas Lipofílicas			Toxinas Amnésicas		Toxinas Paralisantes	
		( $\mu\text{g}$ AO equiv/kg)	( $\mu\text{g}$ AZA eq./kg)	(mg YTX eq./kg)	(mg AD+AE/kg)		( $\mu\text{g}$ STX equiv/kg)	
Mexilhão	L4	//	//	//	//	//	//	//
Mexilhão	L5a	//	//	//	//	//	//	//
Mexilhão	L5b	218    396	//	//	//	//	//	//
Conquilha	L5b	177    158	//	//	//	//	//	//
Longueirão-direito	L5b	//	//	//	//	//	//	//
Amêijo-branca	L5b	93	//	//	//	//	//	//

Tabela 13- Tabela relativa aos dados divulgados pelo IPMA no mês de Maio (IPMA, 2023)

Relativamente à zona L5b, no mês de Maio foram registados valores elevados, o que impossibilitou a sua apanha, dado o valor de 396  $\mu\text{g}$  equivalentes de Ácido ocadaico (AO)/kg de mexilhão. Ao longo deste período verificaram-se valores impeditivos da sua captura, no entanto no final do mês, o valor era de 158  $\mu\text{g}$  equivalentes de Ácido ocadaico (AO)/kg, que apesar de estar muito próximo do valor limite, não impediu a sua apanha. Por fim, amêijo-branca possuía permissão de captura, registando 93  $\mu\text{g}$  equivalentes de Ácido ocadaico (AO)/kg.



Figura 10- Mapa Digital do mês de Maio

## 4.2. Questionário

No período de dois meses foram recolhidas 206 respostas, que, no seu conjunto, possibilitaram a obtenção de resultados apresentados neste capítulo e interpretação através de gráficos/tabelas. Nesta fase vamos ter em consideração a quinta fase do DSR, em que se pretende avaliar se o artefacto desenvolvido cumpre os objetivos propostos, representando uma solução para a questão de investigação inicial.

Através da análise de dados obtidos pela aplicação do questionário é possível identificar as tendências e correlações entre os dados obtidos, assim como explorar a relevância do mapa digital no quotidiano do público-alvo.

Após análise das respostas obtidas, verificamos que a nossa população alvo, os pescadores focados na apanha de moluscos bivalves, se encontravam predominantemente em faixas etárias mais elevadas, com uma percentagem de 67% de pessoas acima dos 36 anos, em contrapartida aos 33% correspondente à faixa etária inferior a esta idade. A situação referida pode ser devida à falta de incentivos à população mais jovem para ingressar nesta atividade, além da sensibilização para a sua importância no comércio e economia do país.

### 2. Qual é a sua ocupação principal?

206 respostas

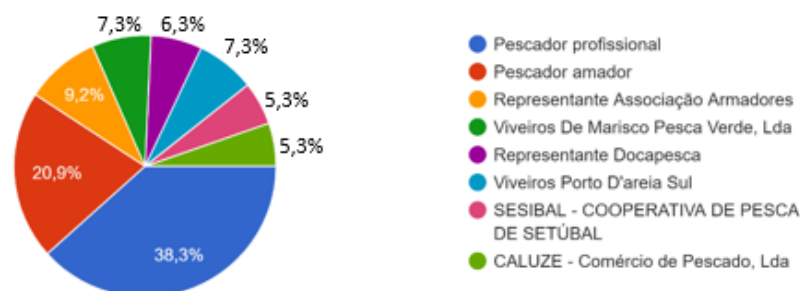


Figura 11- Q.2 do questionário

Na figura 11 é importante ter em consideração a disponibilidade das várias empresas em colaborar com este estudo através do preenchimento do questionário: Associação Dos Armadores Das Pescas Industriais, Docapesca - Portos e Lotas, S.A., Viveiros Porto D'areia Sul - Comércio De Bivalves, SESIBAL - COOPERATIVA DE PESCA DE SETÚBAL, SESIMBRA E SINES, CRL, CALUZE - Comércio de Pescado, Lda. e por fim Viveiros De Marisco Pesca Verde, Lda.



Salienta-se também a colaboração dos cerca de 59,2% de pescadores, profissionais ou amadores, todos com licença para a prática de atividade piscatória.

3. Está familiarizado com as regulamentações existentes sobre as biotoxinas e os riscos associados à sua presença em alimentos marinhos?

206 respostas

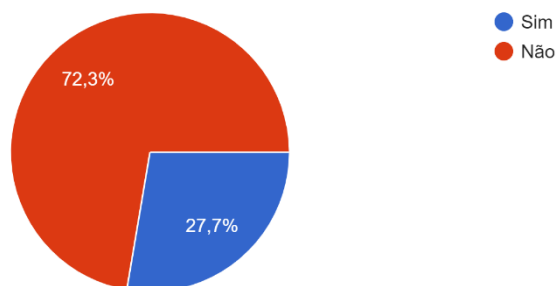


Figura 12- Q.3 do questionário

Na figura 12 é possível averiguar os níveis de conhecimento e consciência da comunidade pesqueira em relação às regulamentações sobre as biotoxinas. Verificamos que cerca de 72,3% responderam “Não”, o que revela a presença de lacunas importantes de conhecimento relacionado com a regulamentação sobre as biotoxinas, além da sua insuficiente divulgação junto da comunidade pesqueira.

Observamos que uma dimensão importante da população estudada não tem consciência das implicações da presença de biotoxinas na qualidade e segurança dos produtos alimentares comercializados. A falta de acessibilidade a sistemas tecnológicos de divulgação da regulamentação pelos pescadores e empresas pode ser uma explicação possível para este desconhecimento.

Analisando o gráfico em detalhe, verificamos que ainda existe uma parte de profissionais, cerca de 27,7%, cientes dos riscos associados às biotoxinas e à necessidade de conhecer as suas regulamentações, considerando pertinente a divulgação do mapa digital. Destaca-se assim a importância da formação contínua para a sensibilização e comunicação destas regulamentações, além das informações fornecidas pelo mapa digital.

6. Já teve alguma experiência prévia com a utilização de ferramentas digitais ligadas à monitorização de biotoxinas na sua atividade?

206 respostas

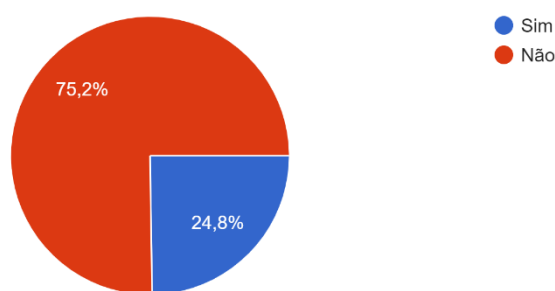


Figura 13- Q.6 do questionário

Um das perguntas mais relevantes para este estudo é explorada na figura 13, onde podemos verificar que cerca de 75,2% das respostas obtidas revelam uma ausência total de contacto com ferramentas digitais de monitorização de biotoxinas no passado, como exemplo direto o mapa de monitorização das biotoxinas disponibilizado pelo IPMA. Assim, evidencia-se a falta de investimento e implementação de recursos tecnológicos no sector da apanha destas espécies. Verifica-se ainda que muitos pescadores ainda não incorporam diariamente modelos tecnológicos de auxílio à eficiência e segurança. O facto de ser uma atividade muito tradicional, isto é, baseada em conhecimentos empíricos e noções subjetivas passadas ao longo de gerações, pode ser uma explicação plausível para a presença de algum receio na adoção de novas práticas mais tecnológicas na sua atividade piscatória.

Contudo, cerca de 24,8% dos pescadores responderam que já tiveram contacto com ferramentas digitais, exibindo uma melhor compreensão das vantagens que estas representam na prática segura da atividade piscatória, o que pode significar uma evolução positiva na adoção destas ferramentas digitais no futuro.

Posteriormente, analisando as respostas à Questão 1 (Q.1) e Questão 6 (Q.6), pretendeu-se averiguar a existência de uma correlação entre a idade dos pescadores e a presença de experiência prévia com ferramentas digitais de monitorização de biotoxinas. Inicialmente transformaram-se os dados do questionário, em relação à idade (Q.1) “18 aos 26”, “27 aos 35”, “36 aos 55” e “>56”

e em relação à experiência (Q.6) “Sim” ou “Não”, em variáveis que possibilitassem a análise estatística dos dados obtidos, como demonstrado nas tabelas seguintes.

1. Qual a sua idade?	
A	18 aos 26
B	27 aos 35
C	36 aos 55
D	>56

**Tabela 14-** Transformação dos dados em relação à idade

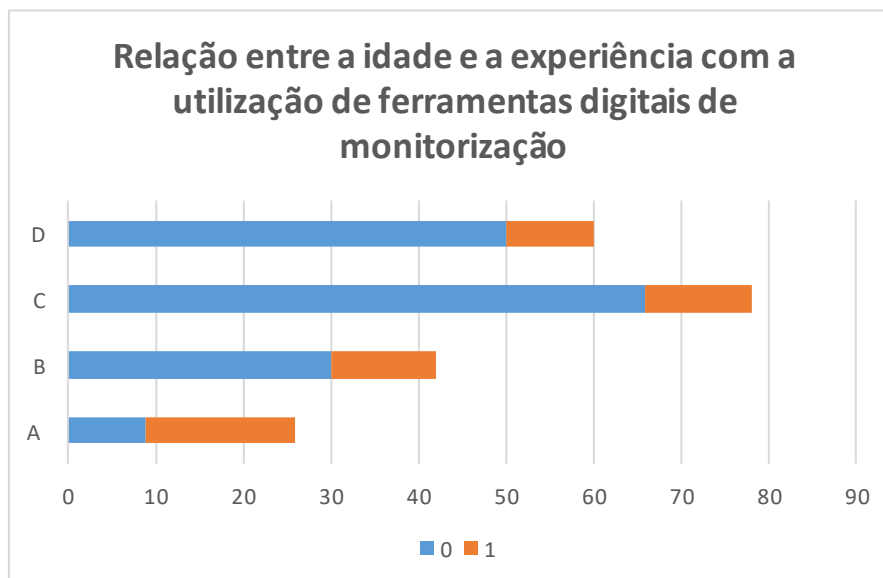
6. Já teve alguma experiência prévia com a utilização de ferramentas digitais ligadas à monitorização de biotoxinas na sua atividade?	
0	Não
1	Sim

**Tabela 15-** Transformação dos dados em relação à experiência com ferramentas digitais de monitorização

Depois da transformação dos dados procedeu-se à ligação entre as variáveis em análise, obtendo um gráfico representativo.

	A	B	C	D	TOTAIS
0	9	30	66	50	155
1	17	12	12	10	51
TOTAIS	26	42	78	60	206

**Tabela 16-** Ligação das variáveis



**Figura 14 –** Gráfico representativo das variáveis

Em análise ao gráfico verifica-se um acentuado número de pescadores com idade entre os “36 aos 55” (Variável C) que nunca tiveram experiência na utilização de ferramentas digitais de monitorização de biotoxinas na sua atividade. Estes resultados destacam a importância do desenvolvimento deste projeto, revelando os benefícios do mapa no desempenho da atividade piscatória para a população *naive* às ferramentas digitais, colmatando lacunas presentes neste sector relativamente à sensibilização para a monitorização das biotoxinas.

É também possível que a população mais jovem “18 aos 26” (Variável C) apresenta o maior número de pescadores com experiência na utilização de ferramentas digitais de monitorização de biotoxinas através da variável “Sim” (Variável 1) correspondendo a um valor de 17 pescadores. Verificamos também que a tendência da variável 0, que representa a ausência de experiência com ferramentas digitais de monitorização, aumenta diretamente com o aumento da idade dos participantes no questionário. Conclui-se que a população tem vindo a progredir em relação à utilização e interesse no uso de sistemas de informação na sua atividade.

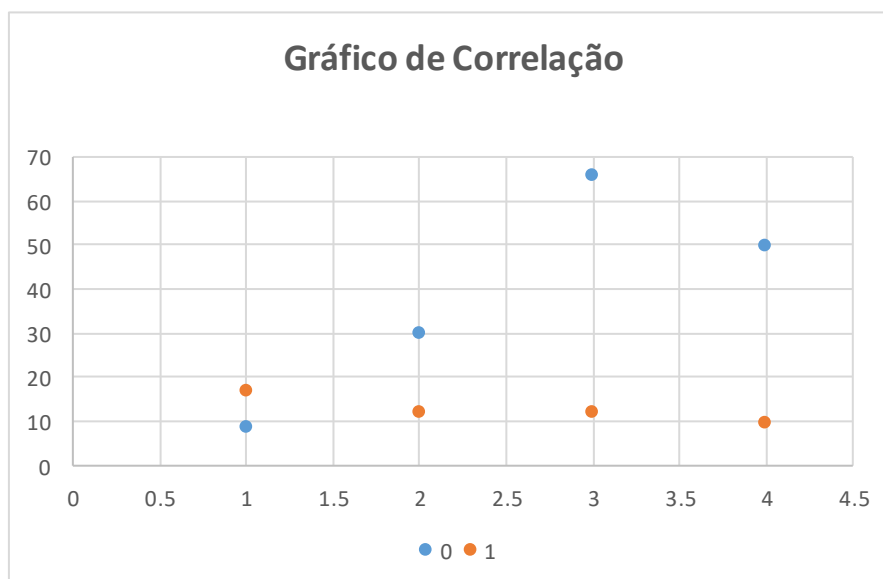


Figura 15 – Gráfico representativo da correlação das variáveis

O gráfico permitiu obter, através da fórmula “=CORREL(matriz1;matriz2)” presente na ferramenta Excel que permite a correlação das variáveis mencionadas em cima, um coeficiente de correlação de -0.774. Assim, é possível dizer que as variáveis estão correlacionadas de forma inversa ou negativa, isto é, quando a idade aumenta a utilização de ferramentas digitais de monitorização diminui.

7. Quais informações acredita que um mapa digital de monitorização das biotoxinas deveria fornecer aos pescadores? (Marque todas as opções que se aplicam)

206 respostas

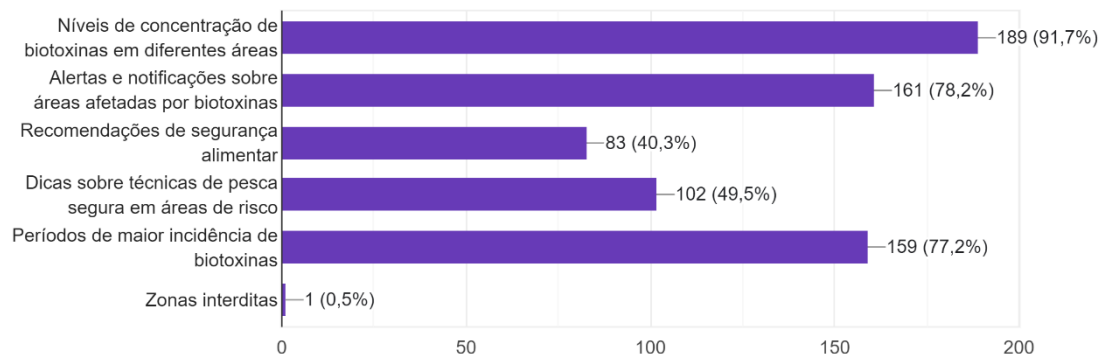


Figura 16- Q.7 do questionário

Como é possível observar na figura 16, as funcionalidades que o público-alvo gostaria de ver representado no mapa digital correspondem às representadas no mapa digital. É fundamental ter em consideração as necessidades dos pescadores, de modo a causar motivação na implementação e utilização destas ferramentas digitais na sua atividade diária.

10. Estaria disposto(a) a utilizar um mapa digital de monitorização das biotoxinas nas suas atividades de pesca?

206 respostas

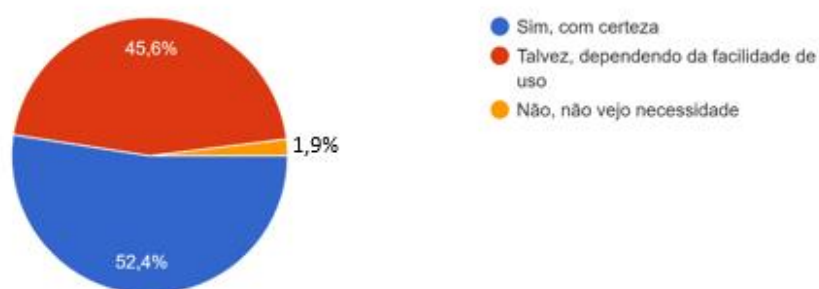


Figura 17- Q.10 do questionário

Por fim, analisando a resposta à décima pergunta do questionário, 52,4% responderam “Sim, com certeza” à utilização futura deste mapa digital. Isto demonstra não só um grande interesse da parte dos pescadores, como também disponibilidade em adotar este sistema informático no desempenhar da sua atividade. As dificuldades de implementação de novas tecnologias e incentivos à educação e formação sobre o tema têm-se revelado uma tarefa difícil, no entanto, como representado no gráfico acima, os pescadores reconhecem os potenciais benefícios do mapa digital e estão dispostos a integrar este recurso na sua atividade diária. Importa destacar um ponto

crucial neste gráfico que se prende com o facto de sensivelmente mais de metade dos pescadores demonstrar uma atitude positiva relativamente ao uso do mapa digital, traduzindo-se numa possível fase futura de implementação de carácter promissor.

Quanto às outras opções de resposta, verificamos que 45,6% das pessoas responderam “Talvez, dependendo da facilidade de uso”, refletindo o receio que muitos dos pescadores têm em adotar novas práticas de trabalho. No entanto, deteta-se alguma disposição em utilizar o mapa digital no futuro, desde que inclua uma interface de fácil compreensão e uso e que corresponda às suas expectativas. Assim, a facilidade de uso tornou-se no principal fator de aceitação do mapa digital.

Verifica-se ainda que apenas 2% das pessoas responderam “Não, não vejo necessidade”, o que incentiva à melhoria da comunicação sobre a importância e relevância que o mapa digital tem na segurança alimentar, gestão sustentável e eficiência da atividade pesqueira.

Em suma, as respostas obtidas pelo questionário reiteram a importância deste projeto, integrando uma comunicação eficaz, a utilização intuitiva do recurso e a consideração das necessidades dos pescadores. Os pescadores, além de serem os principais intervenientes deste estudo, desempenham um papel fundamental na implementação bem-sucedida do mapa digital, contribuindo para a segurança alimentar e gestão sustentável da biodiversidade marinha.

## **Capítulo 5 – Conclusões**

### **5.1. Conclusões e recomendações**

Ao longo deste projeto foram exploradas noções referentes à biologia dos moluscos bivalves, particularidades das biotoxinas e seu impacto na economia portuguesa. A consciencialização destes conceitos é fundamental na atividade piscatória diária, contribuindo para uma maior eficácia, responsabilidade e segurança. A aplicação prática culminou no desenvolvimento de um mapa digital dinâmico alusivo à monitorização das biotoxinas nos moluscos bivalves em Portugal, procurando também colmatar a falta de conhecimento dos pescadores em relação às regulamentações existentes aplicáveis à apanha de moluscos bivalves. A ferramenta desenvolvida destaca a importância da implementação de sistemas de informação na vida diária dos pescadores, explorando os benefícios inerentes à sua utilização, e, por conseguinte, estimulando a sua integração na atividade diária, resultando em alterações de comportamento com vista ao aumento da sustentabilidade e segurança alimentar. A análise das respostas ao questionário permitiu inferir que os pescadores apresentam um vasto interesse em adquirir o conhecimento necessário para que o mapa digital se transforme numa ferramenta cada vez mais útil na sua atividade. A mensagem principal que procurámos passar em relação à implementação de novas tecnologias no setor foi, no global, bem recebida, ressaltando apenas a facilidade de utilização da ferramenta, verificando-

se apenas alguma dificuldade por parte dos pescadores, aquando apresentado o questionário presencialmente, em ceder algum tempo em formações contínuas sobre o tema. Outra das principais conclusões do desenvolvimento deste projeto prende-se com o papel crucial desta atividade no país, englobando o comércio local, gastronomia, exportação, turismo, determinando um forte impacto na cultura e economia portuguesa. Assim, é preponderante o investimento neste setor de modo a incentivar a população mais jovem.

No âmbito académico procurámos obter a perceção do conhecimento acerca de conceitos básicos de biologia marinha, assim como a necessidade de formação adicional sobre características de moluscos bivalves e biotoxinas. Relativamente à segurança alimentar e consequentemente, saúde pública, o mapa permite obter orientações que auxiliam no momento de tomada de decisão, tanto das zonas seleccionadas para a captura, como nas espécies de moluscos bivalves e concentrações de biotoxinas. A atualização permanente dos dados que alimentam o mapa permite a informação consistente dos pescadores permitindo uma gestão sustentável dos recursos e por conseguinte, a preservação do ambiente marinho.

A nível empresarial procuramos estabelecer uma união de associações e empresas através do mapa digital, de modo a estimular uma relação de colaboração bidirecional. A identificação clara das zonas interditas poderá melhorar a cooperação entre as autoridades de fiscalização e as diferentes entidades empresariais, assim como de aspetos relacionados com atividades ilegais e sobre a própria apanha. Adicionalmente, estimula as empresas para o investimento nas tecnologias que têm ao seu dispor e para a adoção de uma política de educação contínua dentro das suas organizações, incluindo ações de sensibilização para conceitos de biologia marinha e biotoxinas. A maior eficiência na apanha dos moluscos bivalves e qualidade dos produtos origina uma melhor segurança alimentar, atingindo resultados mais positivos a nível económico não só a nível empresarial, como no mercado nacional e internacional, com consequente impacto benéfico na economia do país.

## **5.2. Limitações do estudo**

Quanto às limitações, os valores das biotoxinas nos moluscos bivalves fornecidos pelos investigadores do IPMA carecem de uma maior atenção, já que os dados por vezes não são disponibilizados o que proporcionou com que a nossa análise/apresentação em relação aos dados presentes no mapa digital tivessem uma periodicidade de apresentação mensal, assim como o mapa. Simultaneamente, a divulgação das regulamentações sobre biotoxinas existente é parca e de difícil acesso, o que dificultou a recolha de dados para este projeto e que culmina numa desinformação dos pescadores. O preenchimento do questionário e consequente apresentação do mapa digital ao público-alvo revelou-se algo trabalhoso, dado que se trata de população de uma faixa etária mais envelhecida, com pouco ou nenhum contacto com tecnologias, pelo que se impôs o contacto direto e horas no terreno de modo a obter mais respostas. De salientar que a apresentação do questionário

às empresas/associações participantes foi feita de duas formas, a primeira via email, o que não possibilitou a apresentação do mapa digital e suas funcionalidades, ao contrário do que aconteceu com os pescadores abordados no terreno, em que o mapa digital foi mostrado previamente ao preenchimento do questionário. Também não foi disponibilizado o mapa digital via web (através de URL) para apresentação ao público em geral e para desenvolvimento de dados estatísticos quanto a sua utilização e performance devido aos custos associados. E por consequência desta limitação não foram realizados testes previamente à disponibilização do mapa, mas apenas apresentadas as suas funcionalidades e o seu *layout* aos pescadores. Por fim, outra das limitações identificadas ao longo deste projeto caracteriza-se pela quantidade insuficiente de software atualizados disponíveis para o desenvolvimento do mapa digital, impossibilitando a implementação de funcionalidades adicionais ainda mais interativas.

### **5.3. Propostas de investigação futura**

Para perspetivas futuras propomos a expansão do mapa digital para outras regiões do país, integrando este sistema de informação numa ferramenta basilar na atividade piscatória portuguesa. Em discussão com os pescadores na apresentação do questionário e do mapa digital surgiu o conceito inovador de criar uma “sala de controlo” presente em todos os portos/marinas, contendo um monitor com o mapa digital, funcionando como *dashboard* e transmitindo os valores das biotoxinas em tempo real. Para transmissão desses valores de forma automática propõe-se que no futuro seja desenvolvido um *software* que estabeleça a conexão do mapa digital aos dados fornecidos pelo IPMA. Com vista na preservação do ambiente marinho, uma função a acrescentar ao mapa digital consistiria na informação das quantidades apanhadas por cada empresa/pescador por zona, impedindo a sobrepesca, controlo e gestão sustentável dos recursos naturais. Adicionalmente, o desenvolvimento de uma APP para smartphone ou tablet constituiria uma mais-valia para os pescadores, incluindo uma página de apresentação das regulamentações atualizadas e notificações personalizadas sobre regiões interditas, zonas e espécies de interesse individual aptas para captura. Dada a limitação apresentada anteriormente em relação à não apresentação do mapa digital perante as empresas/associações participativas no questionário procuramos num futuro chegar junto dessas instituições e conseguir implementar o mapa digital desenvolvido neste projeto no desempenhar das suas atividades através da sua disponibilização online definida por um *URL* de destino. Para perspetiva futura pretende-se também a realização de questionários faseados consoante o aprimorar do mapa e implementação de sugestões para possíveis análises de satisfação ou performance. Por fim, lança-se um desafio à comunidade para a criação e disponibilização de ferramentas de software recentes de modo a suscitar interesse no desenvolvimento de mais projetos que enquadrem a natureza, biodiversidade, sustentabilidade e os sistemas de informação.



## Referências Bibliográficas

- Aguiar, S. F. (2010). *Gestão de riscos da qualidade sanitária para inspeção e comercialização de moluscos bivalves*. Fundação Oswaldo Cruz.
- Almeida, Â., Calisto, V., I. Esteves, V., J. Schneider, R., M. V. M. Soares, A., Etelvina Figueira, & Rosa Freitas. (2014). Presence of the pharmaceutical drug carbamazepine in coastal systems: Effects on bivalves. Em Â. Almeida, V. Calisto, V. I. Esteves, R. J. Schneider, A. M. V. M. Soares, Etelvina Figueira, & Rosa Freitas, *Aquatic Toxicology* (pp. 74-87).
- Amaral, Rizzo, & Arruda. (2006). Manual de identificação dos invertebrados marinhos da Região Sudeste-Sul do Brasil.
- Artigas, M., Vale, P., Gomes, S., Botelho, M., Rodrigues, S., & Amorim, A. (2007). Profiles of PSP toxins in shellfish from Portugal explained by carbamoylase activity. Em *J. Chromatogr. A.*, (pp. 99-105).
- Barbieri, E. (2010). O perigo das biotoxinas marinhas. *Infobibos*.
- Batista, I., & Silva, H. (2008). Morfologia, Biologia e ecologia dos moluscos bivalves. *Produção, salubridade e comercialização de moluscos bivalves em Portugal* (pp. 17-19).
- Batista, I., & Silva, H. A. (2008). Produção, Salubridade e comercialização de moluscos Bivalves em Portugal. *Produção, Salubridade e comercialização de moluscos Bivalves em Portugal* (pp. 82-94). Lisboa: IPIMAR.
- Board, W. E. (2023). *Bivalvia*. Obtido de World Register of Marine Species: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=105>
- Botelho, M. J., Vale, P., Rodrigues, S. M., Gomes, S. S., & M. Sampayo, M. A. (2007). Two decades of marine biotoxin monitoring in bivalves from Portugal (1986–2006): A review of exposure assessment. *Two decades of marine biotoxin monitoring in bivalves from Portugal*. Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas (IPIMAR).
- Braga, A., & Costa, P. (2017). Porque é que a apanha e comercialização de conculha (*Donax* spp.) é frequentemente interdita devido a biotoxinas marinhas? Em R. Rosa, *Portugala* (pp. 16-17). IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera.
- Bricelj, V. M., & Shumway, S. E. (2010). Paralytic Shellfish Toxins in Bivalve Molluscs: Occurrence, Transfer Kinetics, and Biotransformation. *Fisheries Science* (pp. 315-383).
- Cabral, M. L. (2015). *Avaliação da contaminação microbiológica e da resposta ao stress ambiental em moluscos bivalves da Ria Formosa*. Faro: Universidade do Algarve.
- Castro, N. O., & Moser, G. A. (2012). Florações de algas nocivas e seus efeitos ambientais.
- Castro, N. O., & Moser, G. A. (2012). Florações de algas nocivas e seus efeitos ambientais. Em *Oecologia Australis* (pp. 235-264).
- Chopin, D. T. (16-19 de 2013). Integrated Multi-Trophic Aquaculture Ancient, Adaptable Concept Focuses On Ecological Integration.
- Coen, L., & Grizzle, R. (2016). Bivalve Molluscs. *Encyclopedia of Estuaries*.
- Cruz, R. C., Costa, P. R., Krippahl, L., & Lopes, M. B. (2022). Forecasting biotoxin contamination in mussels across production. *Knowledge-Based Systems*.
- DGS. (2014). *Biotoxinas marinhas*. Obtido de <https://www.atlasdasaude.pt/publico/content/moluscos-bivalves>: <https://www.atlasdasaude.pt/publico/content/moluscos-bivalves>
- Estevez, D. C., Valtierra, A. P., Giraldez, J., & Martinez, A. G. (2019). Emerging Marine Biotoxins in Seafood from European Coasts: Incidence and Analytical Challenges. *Toxicity, Detection and Prevention of Food Contaminants*.
- Europeia, P. E. (2004). Regulamento (CE) N° 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho.
- Ferigato, S., & Carvalho, S. (2011). Qualitative research, cartography and healthcare: connections. *Interface - Comunic., Saude, Educ*.
- Fernandes, L. (2008). *Produção, salubridade e comercialização de moluscos bivalves em Portugal*. Lisboa: IPIMAR.

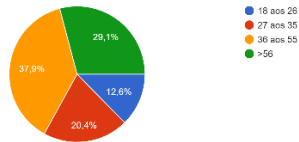
- Freitas, R., Marques, F., Marchia, L. D., Vale, C., & Botelho, M. J. (2020). Biochemical performance of mussels, cockles and razor shells contaminated by paralytic shellfish toxins. Em *Environmental Research*.
- Freitas, S., & Nunes, A. C. (2022). *Vigilância das Doenças dos Moluscos Bivalves*. DGAV.
- Fronteira, E. F. (2021). *Atitudes e determinantes de compra, consumo e perceção do risco face aos bivalves*. Politécnico de Leiria.
- Gonçalves, F. (2021). Observatórios Marinhos: como novas tecnologias contribuem para estudar e proteger a “saúde” dos oceanos. *INEGI driving science & innovation*.
- Helm, M., Bourne, N., & Lovatelli, A. (2004). *Hatchery culture of bivalves: A practical manual*. INE. (2022). *Estatísticas da Pesca - 2021*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I. P.
- INE. (2023). Boletim Mensal da Agricultura e Pescas. Em I. P. Instituto Nacional de Estatística, *Boletim Mensal da Agricultura e Pescas - 2023*.
- IPMA. (2023). *Histórico resultados análises*. Obtido de IPMA: <https://www.ipma.pt/pt/bivalves/biotox/index.jsp>
- IPMA. (2023). Plano de atividades. *Investigação e Inovação para responder ao desafio do século XXI* (p. 39).
- Joaquim, S., Matias, D., Lopes, B., Arnold, W. S., & Gaspar, M. B. (2008). The reproductive cycle of white clam *Spisula solida* (L.) (Mollusca: Bivalvia): Implications for aquaculture and wild stock management. *Aquaculture* (pp. 43-48).
- Maia, F. M. (2006). *Estudo do ciclo reprodutor e do crescimento de Solen marginatus e Venerupis pullastra na Ria de Aveiro. Contributo para a gestão destes recursos pesqueiros*. Universidade de Aveiro.
- MAR2020. (28 de Setembro de 2021). *MAR2020*. Obtido de Sistema Nacional de monitorização de moluscos bivalves: <https://www.mar2020.pt/noticias/sistema-nacional-de-monitorizacao-de-moluscos-bivalves/>
- Mattar, J., & Ramos, D. K. (2021). Metodologia da Pesquisa da Educação.
- Morton, B. (2020). *bivalve - class of mollusks*. Encyclopedia Britannica. Obtido de class of mollusks.
- Murakami, Y., Oshima, Y., & Yasumoto, T. (1982). Identification of okadaic acid as a toxic component of a marine dinoflagellate *Prorocentrum lima*. Japan: Soc. Sci. Fish.
- Nunes, M. L. (2008). *Produção, salubridade e comercialização de moluscos bivalves em Portugal*. Lisboa: IPIMAR.
- Oliveira, M. C. (2012). *Moluscos Bivalves em Portugal: Composição Química e Metais Contaminantes*. Universidade Nova de Lisboa.
- Oliveira, V. G. (2018). *Segurança sanitária dos moluscos bivalves vivos produzidos em zonas estuarinas portuguesas e respetivo controlo oficial*. Lisboa: Faculdade de Medicina Veterinária.
- Pereira, C. d. (2021). *Ocorrência de fármacos nos moluscos bivalves: Casos de estudo*. Universidade de Lisboa Faculdade de Farmácia. Lisboa: Universidade de Lisboa Faculdade de Farmácia.
- Pereira, C. J. (2017). *Quantificação e Classificação de Fitoplâncton por Espectrofotometria*. Universidade do Minho.
- Pires, D. S. (2018). *Produção de Moluscos Bivalves e Fatores de Risco Associados*. Universidade de Lisboa.
- Pires, D. S. (2021). *Produção de Moluscos Bivalves e Fatores de Risco Associados*.
- Pires, I., & Magalhães, A. (2017). Boas práticas em cultivo de ostra. I. Pires, & A. Magalhães. Faro: APA - Agência Portuguesa do Ambiente.
- Pomesano, L., Paio, A., & Falanga, R. (2020). *O uso dos dispositivos digitais na prática da cartografia: dois casos de estudo para o mapeamento colaborativo de narrativas urbanas*. Lisboa: Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa.
- Raquel, A., & Machado, F. (2019). *BioDepura: metodologias de depuração de bivalves adaptadas aos requisitos fisiológicos*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

- Reguera, B., Riobó, P., Rodríguez, F., Díaz, P. A., Pizarro, G., Paz, B., . . . Blanco, J. (2014). *Dinophysis Toxins: Causative Organisms, Distribution and Fate in Shellfish*. National Library of Medicine.
- Riisgård, H. U. (2001). On measurement of filtration rates in bivalves — the stony road to reliable data: review and interpretation. *Marine Ecology Progress Series* (pp. 275–291). University of Southern Denmark.
- Rodrigues, I. (2021). *Regras de elaboração de um questionário de investigação*. Lisboa: Departamento de Educação e Psicologia da UTAD.
- Rosa, R. (2017). Fármacos no ambiente aquático Quais os efeitos nos bivalves? *Portugala*.
- Saldanha, L. (1995). *Fauna Submarina Atlântica*.
- Salvini-Plawen, L. (2022). *mollusk - animal phylum*. Obtido de Encyclopedia Britannica: <https://www.britannica.com/animal/mollusk>
- Silva, H. A., & Batista, I. (2008). Morfologia, biologia e ecologia dos moluscos bivalves. *Produção, salubridade e comercialização de moluscos bivalves em Portugal* (p. 30).
- Silva, J. C. (2020). *A função do mar no desenvolvimento de Portugal: uma análise estratégica*. Lisboa: Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas.
- Souza, D., Zanette, G., Neves, M., Schramm, M., Proença, L., & Oliveira, M. (2015). Cultivo de moluscos bivalves: algas nocivas e bases para programa de monitoramento de ficotoxinas em fazenda de maricultura de Arraial do Cabo, RJ. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, 119-139.
- T.Costa, S., Braga, A. C., M.Rodrigues, S., & Vale, P. (2017). Relevance and challenges in monitoring marine biotoxins in non-bivalve vectors. *Food Control* (pp. 24-33).
- Thorp, J. H., & Covich, A. P. (2009). *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*.
- Rodrigues, S. SousaGomes, & M. A. M.Sampayo, *Harmful Algae* (pp. 11-25).
- Vale, P. (1999). Caracterização de toxinas DSP. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Vale, P. (2002). *Biotoxinas Marinhas em Bivalves IPIMAR divulgação N°26*. Instituto de Investigação das Pescas e do Mar - IPIMAR.
- Vale, P. (2004). Biotoxinas marinhas. Em P. Vale, *Biotoxinas marinhas* (pp. 03–18). Portugal: Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas – IPIMAR.
- Vale, P. (2004). Marine biotoxins. *Laboratório Nacional de Referência para Biotoxinas Marinhas*, 03-18.
- Vale, P. (2006). Implementation of HPLC and LC-MS methodologies for studying profiles of marine biotoxins in plankton and bivalves from Portugal. *REVISTA PORTUGUESA DE CIÊNCIAS VETERINÁRIAS*.
- Vale, P. (2008). Produção, salubridade e comercialização de moluscos bivalves em Portugal. Em P. Vale, *Biotoxinas* (pp. 86-94). Lisboa: IPMA.
- Vale, P. (2012). Biotoxinas marinhas em águas europeias. ASAE, *Riscos e Alimentos*. Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA, I.P.).
- Vale, P. (2012). *Biotoxinas marinhas em águas europeias. Riscos e Alimentos n. ° 4*. Lisboa: ASAE.
- Vale, P., & Sampayo, M. A. (2001). *Determination of paralytic shellfish toxins in Portuguese shellfish by automated pre-column oxidation*.
- Vale, P., & Sampayo, M. A. (2002). Evaluation of extraction methods for analysis of domoic acid in naturally contaminated shellfish from Portugal. Em *Harmful Algae* (pp. 127-135). Lisboa.
- Vasconcelos, P., & Gaspar, M. (Outubro de 2017). A importância e utilidade dos estudos morfométricos e do crescimento relativo em bivalves e gastrópodes. IPMA.
- Visciano, P., Schirone, M., Berti, M., Milandri, A., Tofalo, R., & Suzzi, G. (2016). Marine Biotoxins: Occurrence, Toxicity, Regulatory Limits and Reference Methods. *Frontiers in Microbiology*.
- vom Brocke J., Hevner A., Maedche A. (2020). Introduction to Design Science Research. *Design Science Research*, 1-13.

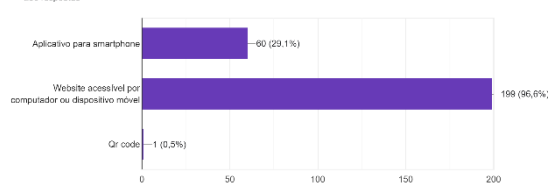
## Anexos

### Anexo A – Prints do questionário

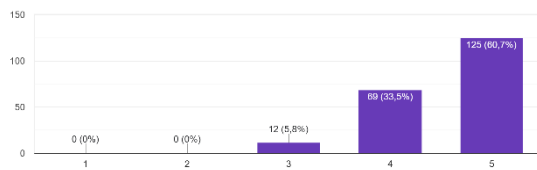
1. Qual a sua idade?  
206 respostas



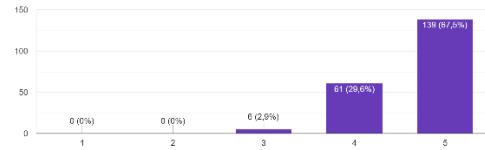
11. Para si qual seria a forma mais fácil de aceder ao mapa digital? (Marque todas as opções que se aplicam)  
206 respostas



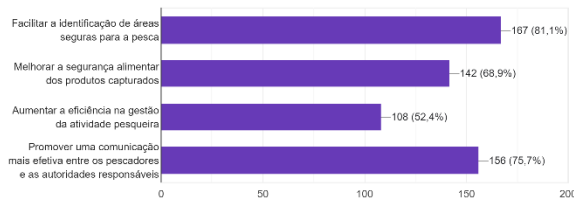
4. Qual é a sua opinião sobre a importância de um mapa digital de monitorização das biotoxinas para os pescadores de regiões costeiras em Portugal?  
206 respostas



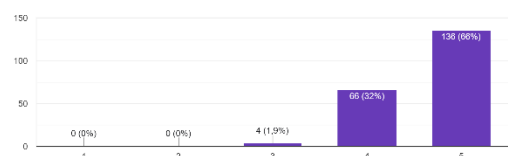
12. O mapa seria uma ferramenta útil para orientar as minhas decisões de pesca e garantir a segurança dos produtos que capturo?  
206 respostas



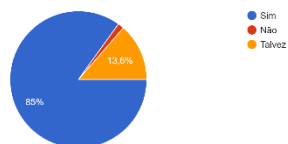
5. Qual seria a principal vantagem de um mapa digital para os pescadores?  
206 respostas



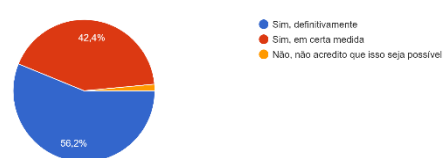
13. Qual é a importância de ter acesso em tempo real aos dados atualizados sobre a presença de biotoxinas nas áreas de pesca?  
206 respostas



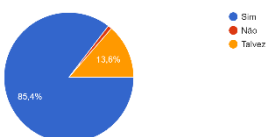
8. Acha que este recurso poderia promover uma gestão mais sustentável da atividade pesqueira em Portugal?  
206 respostas



14. Acredita que o mapa ajudaria a minimizar os impactos económicos causados por eventuais proibições de áreas de pesca?  
203 respostas



9. A existência de um mapa poderia melhorar a comunicação entre as autoridades responsáveis, os pescadores e os consumidores?  
206 respostas



15. Na sua opinião, a implementação desta ferramenta exigiria investimentos financeiros significativos?  
206 respostas

