

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

Avaliação e gestão do risco de desenvolvimento de histamina nas linhas de processamento de conservas de atum

Ana Isabel Moreira Cruz

MI 2024



Mestrado Integrado em Medicina Veterinária
Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar
Universidade do Porto

Ana Isabel Moreira Cruz

**Avaliação e gestão do risco de desenvolvimento de histamina nas linhas de
processamento de conservas de atum**

Área científica: Segurança Alimentar

Orientador(es): Professor Doutor Paulo Martins da Costa

Co-orientador(es): Engenheira Cecília Carvalho Leite

Porto, 2024

RESUMO

A indústria de conservas de pescado desempenha um papel importante no mercado alimentar global. Ao Médico Veterinário compete garantir que a indústria cumpre os requisitos regulamentares, de forma a produzir géneros alimentícios conformes, seguros e com qualidade, assegurando a proteção da saúde do consumidor. O atum enlatado é um dos produtos pesqueiros mais consumidos mundialmente. Uma das maiores ameaças relativas ao atum enlatado é a presença excessiva de histamina nestes produtos. Uma vez formada, esta amina biogénica não pode ser eliminada, sendo o pescado rejeitado quando o limite máximo é excedido. A histamina pode estar presente na matéria-prima rececionada ou pode formar-se ao longo do processamento, se as condições de fabrico e/ou armazenamento forem inadequadas. Assim, é necessário minimizar o risco da sua formação, através da adoção de medidas preventivas, como o cumprimento de boas práticas de higiene e fabrico e a implementação de um sistema HACCP. O controlo do tempo que o pescado permanece à temperatura ambiente e o controlo da variação da temperatura durante a armazenagem e processamento são, segundo a literatura, pontos críticos. Por esse motivo, foi realizada a monitorização destes parâmetros com o objetivo de determinar o risco de desenvolvimento de histamina nas linhas de produção de conservas de atum da fábrica de conservas *A Poveira*. Quando se verificaram condições de tempo e/ou temperatura inadequadas, foram realizados testes de histamina nos produtos em risco. Também foram colhidas e analisadas amostras de forma aleatória nas linhas de limpeza de atum. Os resultados demonstraram que os produtos analisados apresentaram todos teores de histamina inferiores ao limite legal, mas que dois deles foram superiores ao limite mínimo detetável pelo método HPLC. Concluiu-se que é crucial cumprir com o plano de amostragem para uma monitorização contínua dos níveis de histamina no pescado, de forma a assegurar a conformidade dos produtos.

PALAVRAS-CHAVE: Conservas de atum; Segurança alimentar; Histamina; Monitorização de tempos e temperaturas; Conformidade do pescado.

CASUÍSTICA E ATIVIDADES REALIZADAS

O estágio decorreu ao longo de 4 meses, de outubro de 2023 a janeiro de 2024, na Fábrica de Conservas *A Poveira*. No primeiro mês do estágio, ocorreu o processo de conhecimento e de adaptação às pessoas, instalações, práticas e processos da empresa. Nesse processo, procedeu-se às leituras das diferentes instruções de trabalho para cada etapa da produção de conservas de atum, relativas à receção do pescado cru (incluindo armazenamento e amostragem para análise), receção de pescado cozido, receção de material de embalagem, procedimentos laboratoriais (métodos de ensaio e avaliação do pescado), congelação e descongelação, preparação, cozedura, enlatamento, cravação, codificação, esterilização e armazenagem. Também se procedeu à leitura de alguns procedimentos operacionais relacionados com o atum e de regulamentos europeus relevantes para o tema. Após a visita às instalações, iniciou-se a construção das tabelas, utilizadas no estudo de tempos e temperaturas ao longo da linha de produção do atum.

Após a conclusão das tabelas iniciais, iniciaram-se as visitas às fábricas para a recolha de dados e amostras. A primeira fase de produção de conservas de atum, que corresponde à cozedura e limpeza do pescado, ocorre na Unidade *La Gondola*, e a segunda fase, que se refere ao enlatamento em si, ocorre na *Poveira*. Estas visitas foram realizadas ao longo de cerca de três meses (iniciaram a meio de outubro e terminaram a meio de janeiro), cerca de três vezes por semana na *Poveira* e uma vez por semana na *Gondola*. No decorrer das primeiras fases do estágio, as tabelas foram aperfeiçoadas conforme as necessidades do estudo. Os dados recolhidos foram continuamente organizados ao longo das recolhas.

Os procedimentos laboratoriais aprendidos foram a medição do pH de latas submetidas a período de incubação, a medição de pesos de produtos finais, a medição de sal em amostras, e a determinação de histamina (por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência – High Performance Liquid Chromatography - HPLC). Além disso, também foram adquiridos e consolidados conhecimentos relativos à avaliação das características organoléticas e da qualidade de pescado cru e dos produtos finais (de diversas espécies, incluindo a sardinha, o salmão e a cavala). Estes procedimentos foram repetidamente realizados ao longo do estágio, sendo o método de determinação de histamina utilizado em amostras retiradas ao longo do estudo de tempos e temperaturas nas linhas de atum.

Ao longo das dezasseis semanas de estágio, além da realização das atividades citadas anteriormente, ocorreram participações em inspeções semanais e mensais às instalações de ambas as fábricas. As inspeções semanais incluíram inspeções de corpos estranhos, de vidros e plásticos quebráveis e o controlo de pragas. As inspeções mensais incluíram auditorias internas e inspeções mais completas de vidros e plásticos quebráveis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Doutor Paulo Costa, por ter aceitado orientar-me e por se mostrar sempre disponível para me aconselhar e ajudar ao longo do estágio.

Agradeço a toda a equipa da Fábrica de Conservas *A Poveira* e da Unidade *La Gondola*, por me receberem e me auxiliarem ao longo destes meses na empresa.

Agradeço a todos os colaboradores do Departamento da Qualidade, que foram essenciais na minha integração e familiarização com a empresa. Dedico um agradecimento especial à Engenheira Cecília Leite, diretora do Departamento da Qualidade e coorientadora do meu estágio, pela disponibilidade total e apoio demonstrado do início ao fim deste percurso. À Engenheira Célia Correia, à Engenheira Inês Mineiro e à Andreia Carpinteiro, responsável do laboratório, pelas inúmeras vezes que me acompanharam, esclareceram e pela paciência demonstrada. À técnica de laboratório Dores Meireles pela simpatia, boa disposição e por tornar este desafio mais leve.

Um enorme agradecimento à minha família e amigos pelo apoio contínuo e por estarem presentes nos momentos bons e nas fases mais difíceis. Ao Luís, que foi um pilar essencial e acompanhou de perto todo o meu percurso académico, pelo apoio, carinho, segurança e força dados, principalmente nas fases mais intensas de estudo. Aos meus pais e irmão, porque sem eles não seria possível começar e concluir esta etapa. Aos meus avós, à minha madrinha e aos meus primos, que sempre acreditaram em mim. Às minhas amigas de uma década, Inês Alves, Inês Santos, Beatriz Moreira e Mariana Bastos, pela amizade, companheirismo, felicidade e conforto que representam para mim. À minha amiga Rita Pinheiro, que viveu todo o percurso académico comigo e que sabe melhor que ninguém os desafios que enfrentamos e ultrapassamos, expresso a minha gratidão pela amizade, ajuda e companhia.

Agradeço a todos os que fizeram parte do meu percurso académico e que permitiram chegar ao fim desta etapa tão importante da minha vida.

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	História das conservas e perspetivas futuras	2
1.1.1.	Conservas no Mundo	2
1.1.2.	Conservas em Portugal.....	4
1.2.	A tecnologia das conservas – processo de fabrico e controlo	5
1.3.	Controlo e minimização dos perigos associados ao consumo de conservas de atum.....	8
1.4.	O perigo da histamina	10
1.4.1.	Fatores que influenciam a formação de histamina.....	12
1.4.2.	Riscos para os consumidores	14
1.4.3.	Regulamentação relativa aos limites de histamina.....	14
1.4.4.	Método de medição de histamina	15
1.4.5.	Ocorrências de histamina em pescado	15
1.5.	Nova filosofia da segurança alimentar	16
1.5.1.	Verificação por organismos oficiais.....	17
1.6.	Fábrica de conservas <i>A Poveira</i>	18
1.6.1.	Organização das unidades fabris.....	18
1.6.2.	Fases de produção das conservas e procedimentos de segurança e qualidade.....	19
1.7.	Objetivo do trabalho e etapas para a sua realização	23
2.	MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
3.1.	Determinações e tratamento de resultados	27
3.1.1.	Linhas de limpeza do atum (<i>Gondola</i>).....	27
3.1.2.	Linhas de enlatamento do atum (<i>Poveira</i>).....	29
3.2.	Resultados de histamina	34
4.	CONCLUSÃO	37
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
	ANEXOS	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representação da cravação de uma lata (FAO, 1985).	6
Figura 2. Passos do processo de produção das conservas de atum.	7
Figura 3. Evolução das temperaturas do pescado ao longo do tempo numa linha de limpeza do atum (exemplo de controlo).	29
Figura 4. Evolução das temperaturas do lombo congelado ao longo do tempo numa linha de enlatamento do atum (exemplo de controlo).	32
Figura 5. Evolução das temperaturas do lombo refrigerado e migas refrigeradas ao longo do tempo numa linha de enlatamento do atum (exemplo de controlo).	33
Figura 6. Evolução das temperaturas do lombo refrigerado e migas refrigeradas ao longo do tempo numa linha de limpeza do atum (exemplo de controlo).	36

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Número máximo de horas recomendável de exposição à temperatura ambiente do pescado suscetível de desenvolver histamina (Adaptada de Grant, 2022).	13
Tabela 2. Observações realizadas na <i>Gondola</i> (linhas de limpeza do atum).	28
Tabela 3. Tratamento estatístico dos dados recolhidos na <i>Gondola</i> (linhas de limpeza do atum).	28
Tabela 4. Observações realizadas na <i>Poveira</i> (linhas de enlatamento).	31
Tabela 5. Tratamento estatístico dos dados recolhidos na <i>Poveira</i> (linhas de enlatamento do atum).	31
Tabela 6. Tratamento estatístico das temperaturas recolhidas na <i>Poveira</i> (linhas de enlatamento do atum).	34
Tabela 7. Amostras testadas da <i>Gondola</i> para a presença de histamina.	35
Tabela 8. Amostras testadas da <i>Poveira</i> para a presença de histamina.	35
Tabela A1. Exemplo de recolha de dados na Unidade La <i>Gondola</i>	41
Tabela A2. Significado das siglas/abreviaturas que constam na primeira linha da Tabela A1.	42
Tabela A3. Exemplo de recolha de dados na <i>Poveira</i>	43
Tabela A4. Significado das siglas/abreviaturas que constam na primeira linha da Tabela A3.	44
Tabela B1. Dados referentes ao gráfico da Figura 3.	45
Tabela B2. Dados referentes ao gráfico da Figura 4.	45
Tabela B3. Dados referentes ao gráfico da Figura 5.	46
Tabela B4. Dados referentes ao gráfico da Figura 6.	46

LISTA DE ABREVIATURAS

- EFSA** *European Food Safety Authority* (Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos)
- FAO** *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (Organização para a Alimentação e Agricultura)
- FDA** *Food and Drug Administration*
- HACCP** *Hazard Analysis and Critical Control Points* (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controlo)
- HPLC** *High Performance Liquid Chromatography* (Cromatografia líquida de alta eficiência)
- kg** Quilograma
- Mg** Miligramas
- OMS** Organização Mundial de Saúde
- PCC** Ponto crítico de controlo
- ppm** Partes por milhão

1. INTRODUÇÃO

Os produtos da pesca são essenciais numa dieta equilibrada e saudável, tendo inúmeros benefícios para a saúde dos consumidores. No entanto, o pescado é altamente perecível, daí a grande utilidade das conservas, que permitem a preservação deste alimento sem perder o seu valor nutricional, através de mecanismos como o controlo da humidade, a vedação hermética e a esterilização, que criam um ambiente que evita a multiplicação de microrganismos causadores de deterioração e atividade enzimática. (Hassoun & Karoui, 2017). O consumo das conservas de atum, particularmente, tornou-se um hábito, o que se pode dever à sua praticidade, às propriedades nutricionais e gustativas do pescado, à sua durabilidade, acessibilidade e sustentabilidade (Mahmudiono *et al.*, 2023).

O atum é um alimento nutritivo, sendo uma importante fonte de ácidos gordos da série ómega-3, vitaminas (B, A e D), minerais (cálcio, ferro, selénio, zinco, fósforo, potássio, sódio, magnésio e iodo) e proteínas de elevado valor biológico. Sendo assim, é um alimento que contribui para a redução do risco de desenvolvimento de doenças cardíacas e neurológicas (Ulusoy, 2023).

Existem cerca de 50 espécies de atum e pertencem à família *Scombridae*. Destas, destacam-se 5 espécies amplamente utilizadas para a produção de produtos alimentares: *Thunnus albacares*, *Thunnus obesus*, *Thunnus thynnus*, *Thunnus alalunga* e *Katsuwonus pelamis*. O atum é um peixe marinho pelágico, que habita em zonas tropicais e subtropicais, sendo um animal migratório (Casalinuovo *et al.*, 2018). Possui uma forma alongada e fusiforme, tem barbatanas dorsais e uma caudal bifurcada e apresenta uma coloração azul-escura no dorso e prateada no ventre e flancos (ANICP, s.d.). Este peixe, quando capturado, tem dois destinos principais: as conservas de atum e a confeção de sushi. (FAO, 2017).

Uma das preocupações relativamente à segurança do consumo de atum enlatado é o seu teor em histamina, que é uma amina biogénica que pode surgir em vários alimentos. Também é um composto endógeno natural no ser humano, funcionando como neurotransmissor e mediador de reações alérgicas, inflamação e secreção de ácido gástrico (Evangelista *et al.*, 2016). Quando presente em concentrações acima do limite aceitável, pode provocar intoxicações que afetam os sistemas circulatório, nervoso e digestivo. De forma a evitar o seu surgimento e desenvolvimento, devem ser cumpridas as regras de higiene e de manutenção da temperatura adequada em todas as etapas de processamento e devem ser controlados os tempos de processamento do produto (Madejska *et al.*, 2022). Além disso, deve ser implementado um sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controlo (HACCP), que tem como principal finalidade a prevenção de potenciais riscos na segurança e

qualidade dos géneros alimentícios produzidos por uma indústria alimentar, como é o caso do perigo da histamina (ASAE, 2007).

O objetivo do trabalho foi o estudo dos tempos e das variações de temperaturas nas linhas de processamento do atum, ou seja, a determinação do tempo que o atum pescado permaneceu fora das câmaras de refrigeração/congelação e as temperaturas internas que atingiu ao longo desses períodos, de modo a perceber o risco de desenvolvimento de histamina. Assim, pretendeu-se determinar as concentrações de histamina dependentes das variações de temperatura do produto de forma a determinar a influência deste fator.

1.1. História das conservas e perspetivas futuras

1.1.1. Conservas no Mundo

Atualmente, cerca de 20% da ingestão mundial de proteína animal tem origem no consumo de produtos da pesca (Mahmudiono *et al.*, 2023).

O conceito de conserva surgiu no início do século XIX, quando Nicholas Appert desenvolveu o método de conservação de alimentos denominado de apertização. Este método é utilizado para conservar variados géneros alimentícios, incluindo pescado, e permite manter o alimento adequado para consumo durante um período longo (Dias & Guillotreau, 2004). Deste modo, as conservas permitem o armazenamento prolongado do pescado (FAO, 1985).

Diversos tipos de pescado e outras espécies marinhas podem ser armazenados em conservas, entre eles o atum, a sardinha, o bacalhau, o salmão, a cavala, a pescada, o camarão, as amêijoas, o mexilhão, o polvo e as lulas (ANICP, s.d.).

Assim, a apertização é um método de preservação de alimentos que envolve selá-los em recipientes herméticos e subtitê-los a temperaturas de esterilização para destruir os microrganismos e enzimas, prolongando a sua vida útil. As conservas de atum começaram a ser amplamente industrializadas no início do século XIX na Califórnia, quando as fábricas de conservas locais enfrentaram uma crise na oferta de sardinha, substituindo-a pelo atum (FAO, 2008). Na época, a única cobertura utilizada era o óleo vegetal, e a conserva de atum era considerada um alimento de luxo, custando o dobro da conserva de sardinha. A conserva de atum ao natural (em água) surgiu mais tarde, em 1936 (Dias & Guillotreau, 2004).

Atualmente, o comércio do atum representa 10% do comércio de peixe, tendo as conservas uma quota de 44% em relação ao comércio total de atum. De facto, produzem-se mais de 1,7 milhões

de toneladas de conservas de atum por ano, o que faz deste género alimentício o produto com pescado mais consumido no mundo (Mahmudiono *et al.*, 2023). A expansão da indústria destas conservas deve-se a vários motivos, entre eles, o início da pesca do atum em zonas tropicais e subtropicais em 1960, a extensão do limite da zona económica exclusiva para 200 milhas e o desmantelamento progressivo de certas quotas e tarifas e desenvolvimento de outras. A tendência foi surgirem fábricas de conservas de atum em países inseridos em áreas favoráveis à pesca do peixe, com impostos reduzidos e com um baixo custo de mão de obra, levando ao aumento mundial da produção e à redução do custo da matéria-prima, o que resultou na globalização desta indústria (FAO, 2008).

A pesca do atum cresceu marcadamente entre 1950 e 2005, havendo um incremento da captura das 400000 toneladas para 4,3 milhões de toneladas, respetivamente (FAO, 2008).

As espécies de atum mais enlatadas do mundo são *Katsuwonus pelamis* (gaiado), *Thunnus albacares* (albacora) e *Thunnus alalunga* (voador). Os maiores consumos mundiais verificam-se na União Europeia (que detém 51% do consumo), Estados Unidos da América, Japão, Irão, México e Canadá. Na União Europeia, os principais consumidores são Espanha, Itália, França, Reino Unido e Portugal (FAO, 2008). Em 2020, durante a crise pandémica, a procura de atum enlatado aumentou significativamente, gerando dificuldades de obtenção de matéria-prima, uma vez que a pesca foi um dos muitos setores prejudicados (FAO, 2021).

Os maiores produtores do mundo são Tailândia, Espanha e Estados Unidos. Embora tenha ocorrido o desenvolvimento da indústria conserveira de atum em vários países, esta é dominada por um número restrito de empresas multinacionais, que encontraram oportunidade de expansão nos países em desenvolvimento (FAO, 2008). É frequente, nesta indústria, que a primeira fase do processamento de atum tenha lugar nos países em desenvolvimento, sendo depois exportado para finalizar o processamento no país que distribui o atum enlatado (FAO, 2017).

A indústria de conservas de atum sofreu uma evolução tremenda nas últimas décadas, e prevê-se que continue a crescer a um ritmo lento e constante (FAO, 2008). No entanto, a indústria tem enfrentado diversos desafios, devido a preocupações crescentes em relação à segurança e sustentabilidade associadas ao consumo de atum, relacionadas com a sobrepesca, métodos de pesca insustentáveis, poluição ambiental e questões de responsabilidade social dentro da indústria (FAO, 2017).

1.1.2. Conservas em Portugal

Em Portugal, a apertização foi realizada pela primeira vez em 1854, com a finalidade de conservar sardinhas, que é o tipo de pescado mais comum nas conservas portuguesas. A primeira fábrica surgiu em Setúbal, sendo a sua produção baseada em conservas de sardinha em azeite (*Can the Can*, s.d.). A primeira fábrica de atum enlatado surgiu em Vila Real de Santo António em 1865 (Produtos Tradicionais Portugueses, 2001).

Após a segunda guerra mundial, apesar de ter ocorrido um forte aumento na produção e consumo de conservas de atum a nível mundial, tal não se verificou em Portugal (exceto no arquipélago dos Açores). Este fenómeno ocorreu mais tarde, quando instalado o regime democrático no país (Jornal Público, 2020).

No início da crise pandémica de 2020, a procura de produtos em conserva, nomeadamente o atum em lata, duplicou a nível nacional. A indústria conseguiu dar resposta, continuando a produção e dando preferência aos pontos de venda nacionais. No período que se seguiu, observou-se uma diminuição da atividade para níveis que se verificavam antes da pandemia.

Ultimamente, a indústria conserveira portuguesa tem enfrentado mais desafios e obstáculos. Os motivos são diversos: o aumento do custo das matérias-primas, principalmente referentes a coberturas (*e.g.* azeite, óleo, entre outros), o aumento dos gastos energéticos e de transportes, a falta de matérias-primas e os custos de produção superiores comparativamente aos custos de países terceiros (Jornal Expresso, 2021).

A indústria conserveira contribuiu e contribui grandemente para a economia e desenvolvimento nacionais, tendo em conta que as 16 fábricas existentes empregam cerca de 3500 pessoas diretamente e que 70% da produção nacional se destina a exportação. Ao longo do tempo, o número de fábricas diminuiu, mas a sua produção aumentou significativamente. São enlatadas trinta e duas espécies de pescado, com diferentes coberturas, o que resulta na produção de 800 tipos de conteúdo diferentes. As conservas de atum e de sardinha são o tipo de conservas mais comumente produzidas e mais presentes no mercado nacional (ANICP, 2023). O recipiente da conserva de atum portuguesa é, habitualmente, de alumínio ou folha de Flandres. A conserva pode ter forma retangular, cilíndrica ou oval (Produtos Tradicionais Portugueses, 2001).

A indústria conserveira faz parte da história de Portugal, sendo uma indústria considerada tradicional, dinâmica e inovadora. A 15 de novembro de 2023 foi assinalado, pela primeira vez, o dia nacional das conservas de peixe (Jornal de Negócios, 2023).

1.2. A tecnologia das conservas – processo de fabrico e controlo

O processo tecnológico de fabrico de conservas não sofreu grandes mudanças desde o seu surgimento, no início do século XIX, sendo uma das poucas indústrias em que tal se verifica (Dias & Guillotreau, 2004).

As conservas de atum devem cumprir certos requisitos para que não ocorra deterioração do produto. Os princípios indispensáveis são: atingir a esterilização comercial, a lata resistir ao desgaste interior e exterior (nomeadamente por ação do conteúdo e por ação da corrosão, respetivamente) e a cravação e selagem rigorosas da lata, de forma a evitar fugas ou entradas de ar, líquido ou contaminantes (Debeer *et al.*, 2021).

Após a captura do pescado, este deve ser refrigerado ou congelado em recipientes até ser rececionado na fábrica onde o seu processamento irá ocorrer. A descarga do pescado deve ser feita com as devidas precauções de modo a não provocar danos físicos no produto.

De seguida, o pescado pode ser armazenado ou calibrado caso seja processado de imediato. No caso do produto congelado, o mesmo pode ser descongelado por diversos métodos: imersão em água, pulverização de água ou exposição a correntes de ar. Podem ser necessárias doze horas ou mais para descongelar o atum, dependendo do seu tamanho. No entanto, uma descongelação por períodos muito longos pode resultar numa qualidade inferior do pescado (FAO, 1985).

A evisceração do atum pode ser realizada logo após a sua captura na embarcação (antes da congelação), na fábrica após a descongelação e antes da cozedura, ou, no caso de pescado com menores dimensões, pode ser realizada após a cozedura, na primeira fase de limpeza.

O tempo da cozedura varia muito com o tamanho do atum, sendo que pode durar entre uma hora e meia a oito horas. Nesta fase, o pescado perde entre 22% a 25% do seu peso, devido à perda de água e gordura (FAO, 1985).

Após a cozedura, o atum passa pelo arrefecimento, para depois ser limpo manualmente. Na limpeza são retirados a cabeça, as vísceras (se for o caso), as escamas, a pele, a cauda e a espinha dorsal. Estas miudezas são classificadas como subprodutos de categoria 3, que podem ter diversos fins, como a produção de rações para animais e de farinha de peixe (Debeer *et al.*, 2021).

Da limpeza do atum, resultam os lombos, que são limpos de forma mais meticulosa, sendo removidos o sangacho e eventuais espinhas. Retiram-se também os coágulos de sangue, entre outros defeitos. Posteriormente, é feita uma pesagem contínua do pescado limpo, que permite acompanhar o rendimento da produção (FAO, 1985). Após esta etapa, o atum limpo pode ser imediatamente usado

para enlatamento ou pode ser embalado em filmes plásticos para ser distribuído às fábricas que realizam o enlatamento (Casalinuovo *et al.*, 2018).

O atum limpo é colocado nas latas por uma máquina, que o corta de forma uniforme para não ocorrerem grandes desvios nos pesos das latas. Já na linha, as latas cheias passam pela adição da cobertura. Seguidamente, as latas podem ser fechadas sem vácuo no caso de serem pequenas ou com vácuo quando possuem tamanhos superiores, para prevenir a distorção da embalagem. O processo de fechar as latas envolve a cravação, cuja execução bem-sucedida é fundamental para vedar as latas hermeticamente. Deste modo, existe o controlo e monitorização regulares desta fase importante. Na Figura 1 é possível observar o modo como a cravação se deve apresentar (FAO, 1985).

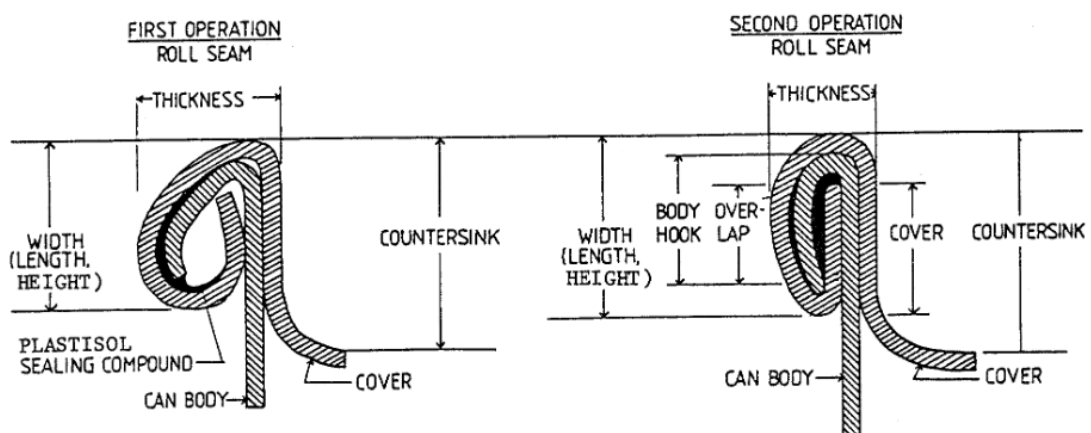


Figura 1. Representação da cravação de uma lata (FAO, 1985).

Depois da cravação, as latas passam pela lavadora, onde são lavadas com água e detergente. Seguidamente, seguem para esterilização. A esterilização das latas de conserva ocorre em equipamentos designados por autoclaves, e tem como objetivo a destruição de bactérias presentes no produto, que podem causar a deterioração do conteúdo ou até intoxicações alimentares. O binómio tempo-temperatura a que as conservas são submetidas é determinado de forma a garantir a segurança alimentar do produto e, simultaneamente, a sua qualidade após o processo. A unidade padrão utilizada no processo é expressa na quantidade de minutos que as conservas permaneceram à temperatura de 121,1°C, sendo a unidade denominada de F0. Esta etapa compreende três fases: a do aumento rápido de temperatura, a de manutenção dessa temperatura de esterilização e a de arrefecimento. O objetivo deste processo térmico é atingir a esterilidade comercial (uma vez que não há a eliminação da totalidade dos microrganismos, há eliminação daqueles que podem representar um perigo para a segurança do consumidor), que garante que o alimento é seguro para consumo e, ao mesmo tempo, a sua estabilidade, mantendo integras as suas propriedades nutricionais e gustativas. As condições de temperatura e tempo de processamento a que são submetidas as conservas dependem do tipo de conteúdo (produto e ingredientes) e do tamanho e forma das latas. Para avaliar a eficácia deste

processo, realizam-se incubações do produto após a esterilização. O produto final deve estar bem cozido, isento de pele, escamas, espinhas, hematomas e vestígios sanguíneos. A conserva deve estar com a quantidade estipulada de pescado, não devendo ter espaços vazios. Além disto, a cor, a textura, o sabor e o odor devem ser característicos de conservas de atum normais. As coberturas mais comuns são azeite, óleo vegetal, água ou tomate (FAO, 1985).

A fase final da produção de conservas envolve o embalamento e armazenamento das latas. As conservas devem ser armazenadas antes de serem expedidas, de modo a ser possível a inspeção e identificação de eventuais defeitos. O armazenamento deve ter lugar num local seco, ventilado e à temperatura ambiente, sendo de evitar armazenar a temperaturas superiores a 40 °C ou temperaturas negativas (FAO, 1985). A Figura 2 representa um esquema resumido do processo de produção das conservas de atum.

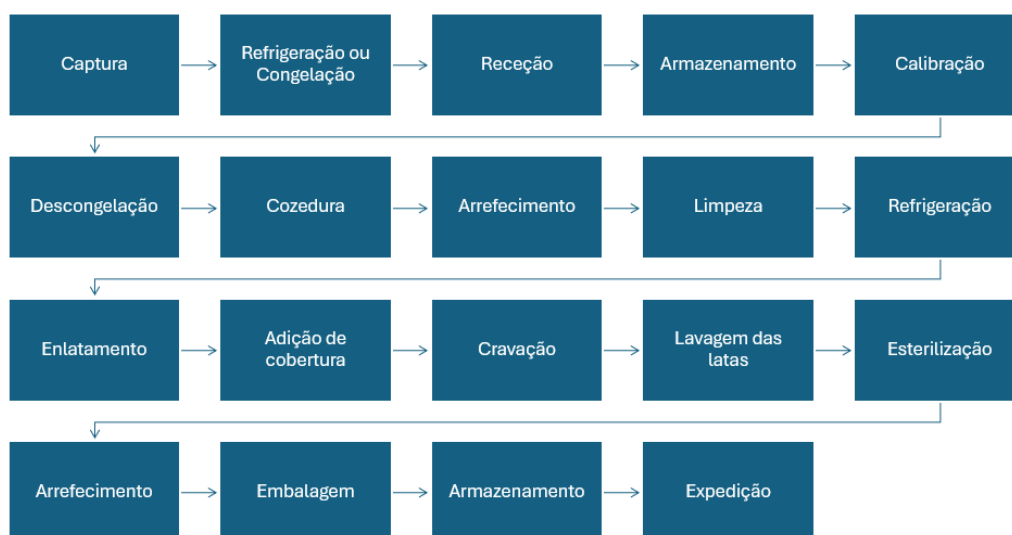


Figura 2. Passos do processo de produção das conservas de atum.

Segundo o Regulamento (CE) nº 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho, as instalações que albergam uma fábrica de conservas devem cumprir certos requisitos. Todas as superfícies devem ser de fácil limpeza. Os pisos devem ser impermeáveis, regulares e com um declive, que evite acumulação de águas e resíduos. Os canais de escoamento devem conduzir a ralos sifonados protegidos com grelhas. As paredes devem ser lisas, impermeáveis e de cor clara. As junções entre paredes e entre piso e parede não devem ser arestas proeminentes, devendo ser arredondadas para facilitar a limpeza. O teto deve ter capacidade de isolar o calor e, idealmente, ter capacidade de insonorização. Também é fundamental a presença de sistema de ventilação mecânica.

1.3. Controlo e minimização dos perigos associados ao consumo de conservas de atum

De forma geral, as conservas de atum são seguras para o consumidor quando são cumpridas as regras de segurança e higiene ao longo da linha de produção. No entanto, o incumprimento das regras pode originar a introdução ou desenvolvimento de perigos que constituem uma ameaça à saúde do consumidor, podendo originar surtos de intoxicação alimentar (FAO, 2008).

Apesar dos seus benefícios, o consumo de conservas de atum não está livre de perigos. Estes podem ser classificados como perigos físicos, perigos biológicos ou perigos químicos (Perigos de Origem Alimentar, s.d.).

O perigo biológico mais relevante associado ao consumo de conservas é a intoxicação pela toxina botulina produzida pelo *Clostridium botulinum* (doença denominada por botulismo). Esta bactéria gram-positiva forma esporos, que resistem ao processamento térmico suave, sendo necessário cumprir o binómio de tempo-temperatura estipulado para a esterilização do produto. O processamento térmico insuficiente ou a perda de integridade da lata são as principais causas de contaminação das conservas por este microrganismo. *C. botulinum* é ubiqüitário no meio ambiente, estando habitualmente presente em sedimentos marinhos, daí a alta probabilidade de se encontrar nos atuns, nomeadamente no trato gastrointestinal, pele, escamas e brânquias. Quando enlatado, o pescado está sujeito a condições anaeróbias, favoráveis à germinação de esporos de *C. botulinum*, transacionando para a sua forma vegetativa, responsável pela produção de toxinas (Jarosz *et al.*, 2022). A probabilidade de surgir, de se multiplicar e de produzir neurotoxinas é maior em conservas com baixo teor de ácido, ou seja, com um pH superior a 4,5. Surtos de botulismo podem ser extremamente graves e fatais, visto que a toxina botulina provoca uma neuroparálise flácida, podendo originar a morte por parálise dos músculos respiratórios. A eliminação de todos os esporos é requisito mínimo de segurança na esterilização de conservas com baixo teor de ácido (FAO, 1985). O risco de contaminação das conservas por *C. botulinum* é reduzido quando cumpridos os requisitos de higiene e segurança no processamento, essencialmente na fase de esterilização. No entanto, em virtude da sua extrema severidade, a otimização do tratamento térmico tem sido e deve continuar a ser um dos principais focos da indústria conserveira (Jarosz *et al.*, 2022). Neste contexto, as técnicas de diagnóstico laboratorial, a nível do alimento, devem ser abrangentes de forma a detetar várias espécies do género *Clostridium*, uma vez que estas também podem adquirir a capacidade de produzir as toxinas responsáveis por provocar botulismo.

Na cozedura do atum, o teor microbiológico do pescado é significativamente reduzido. No entanto, não é completamente eliminado, e nas etapas pós cozedura pode ocorrer a multiplicação dos resistentes ou contaminação por microrganismos novos. Sendo assim, as conservas de atum podem

sofrer contaminação por diversos agentes patogénicos, incluindo *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* sp. (Blickem *et al.*, 2022). A presença de infeção pela bactéria *S. aureus* na pele e mucosas dos operadores, mesmo assintomática, pode originar contaminação do alimento. Quando prolifera no alimento, produz toxinas que são a causa das intoxicações alimentares (Wu & Su, 2014). As intoxicações são caracterizadas por sintomas como náuseas e problemas gastrointestinais, cuja gravidade depende do indivíduo afetado e da quantidade de toxina ingerida (ASAE, s.d.). As boas práticas de higiene e o controlo de temperaturas de processamento são essenciais para a prevenção de contaminações por *S. aureus* e outros agentes microbiológicos (ASAE, s.d.).

Outro dos perigos associados ao consumo de atum enlatado é a ingestão de elementos potencialmente tóxicos, nomeadamente metais. Exemplos deste tipo de elementos são o arsénio, o cádmio, o mercúrio, o chumbo, o níquel, o zinco, o alumínio, o estanho, o selénio, o ferro e o cobre (Al Ghoul *et al.*, 2020; de Lima *et al.*, 2021; Rahmani, Fakhri, *et al.*, 2018). O atum enlatado é o produto alimentar que tem maior risco de possuir metais tóxicos (Ulusoy, 2023). Os metais chegam ao pescado, nomeadamente, por contaminação ambiental antes da captura do peixe (principalmente provocada por resíduos industriais), por contaminação durante o processamento, e por contaminação que ocorre depois do enlatamento (com origem no material da lata) (Kosker *et al.*, 2023). Além disso, as espécies de atum são predadoras com alto nível trófico, o que significa que a taxa de acumulação de elementos tóxicos é maior (bioacumulação) (Ulusoy, 2023). O sexo, a idade, o tamanho, a época de captura, o habitat são fatores adicionais que influenciam o nível de metais presentes no peixe. Estes representam um perigo significativo para os humanos, principalmente quando ultrapassados os limites permitidos, podendo provocar alterações imunológicas e neurológicas, disfunção renal, problemas gastrointestinais, doenças genéticas, metabólicas e dermatológicas. Podem ser adotadas algumas medidas para redução do risco de contaminação do atum pelos metais, nomeadamente a adoção de boas práticas de fabrico e a monitorização dos níveis destes elementos no atum. Outra medida praticada é a seleção de peixes mais jovens e mais pequenos, que não acumulam tanto este tipo de elementos no organismo (Mahmudiono *et al.*, 2023). Embora a implementação de regras de boas práticas de fabrico e agrícolas seja importante para o controlo da presença destes elementos nas conservas, é improvável eliminar completamente a sua presença devido à ampla contaminação ambiental (Kowalska *et al.*, 2020). Também podem ser adotadas medidas pessoais relativamente à redução da frequência de consumo e quantidade ingerida de conservas de atum, principalmente nos grupos de risco. Além disso, as autoridades competentes podem alertar os grupos mais suscetíveis, como crianças, idosos e indivíduos imunossuprimidos, relativamente a este risco (Ulusoy, 2023).

Os perigos físicos no atum enlatado referem-se a corpos estranhos que possam estar presentes acidentalmente no produto, como fragmentos de metal, vidro, madeira, borracha, e partículas de

plástico (os mais comuns). Os plásticos descartados no ecossistema marinho são submetidos a uma degradação contínua, que resulta na formação de partículas mais reduzidas (Hussien *et al.*, 2021). A deteção de microplásticos no pescado tem sido um tema de crescente preocupação na indústria alimentar uma vez que estão cada vez mais presentes no ambiente e são dificilmente degradáveis, sendo incluídas na alimentação dos peixes. Um estudo realizado em 2020 detetou uma prevalência de microplásticos de 80% nas amostras de conservas de atum e cavala analisadas. Os microplásticos detetados podem ser provenientes da ingestão destas partículas por parte dos peixes em vida, da presença destes em aditivos alimentares utilizados no processo de fabricação de conservas e da contaminação durante o processamento do produto (Akhbarizadeh *et al.*, 2020). Para mitigar os perigos físicos, deve ser feito um controlo rigoroso dos corpos estranhos, sendo que é importante realizar a manutenção adequada dos equipamentos e das infraestruturas, utilizar raio X nas conservas e fazer inspeções regulares (Payne *et al.*, 2023). Relativamente aos microplásticos, são necessários mais estudos para determinar o risco que representam para, posteriormente, ponderar a implementação de um sistema de gestão de segurança alimentar relativo a estas partículas. (Hussien *et al.*, 2021).

As fábricas de processamento de pescado devem cumprir medidas de controlo de perigos nas diversas etapas que constituem o processo. Segundo a FDA (*Food and Drug Administration*) estas medidas incluem: a verificação do cumprimento das temperaturas de transporte para o pescado refrigerado (entre 0 a 4°C) e congelado (-18°C), a avaliação das características organolépticas da matéria-prima rececionada, a monitorização do tempo que o pescado permanece à temperatura ambiente, a monitorização das temperaturas que o pescado atinge ao longo de todo o processo e a verificação da temperatura das câmaras de refrigeração/congelação quando o produto está armazenado (deve existir um sistema de medição contínuo), sendo que a matéria prima e o produto intermédio devem estar em câmaras distintas (Grant, 2022).

1.4. O perigo da histamina

A deteção de níveis de histamina acima do limite máximo é uma das principais causas de rejeição de conservas de atum nas fronteiras da União Europeia (FAO, 2008). A intoxicação por histamina é o tipo de intoxicação hospitalar mais comum causada pela ingestão de pescado, e é causa de vários sintomas semelhantes às reações alérgicas. Posto isto, o controlo deste composto é uma das prioridades diárias da indústria conserveira (Visciano *et al.*, 2014). Fatores que levam ao aumento dos níveis de histamina no pescado são falhas nas condições apropriadas de armazenamento e processamento (com especial ênfase nas condições de temperatura) e nas condições de higiene

(Rahmani, Miri, *et al.*, 2018). O controlo dos níveis de histamina é feito através da aplicação das boas práticas de processamento e higiene associadas ao Sistema de Gestão da Segurança Alimentar de cada operador. Estas boas práticas incluem manter o pescado a temperaturas adequadas durante todo o processamento, realizar o processamento no menor tempo prático possível e realizar as operações com condições de higiene rigorosas. As temperaturas de armazenamento e transporte devem ser baixas de forma a evitar a multiplicação bacteriana e consequente formação de histamina. As instalações, superfícies, equipamentos e utensílios devem estar limpos e higienizados, deve ser feita a lavagem de mãos frequente e sempre que necessário e devem ser utilizadas roupas de proteção adequadas para evitar a transferência de bactérias produtoras de histamina de áreas contaminadas para o atum. O plano HACCP estabelece Pontos Críticos de Controlo (PCC) no processo de produção para evitar, eliminar ou reduzir o perigo de formação de histamina, e inclui a monitorização de tempos e temperaturas durante o processamento do pescado. Este plano também inclui procedimentos para implementar ações corretivas caso ocorram desvios nos limites críticos (Mercogliano & Santonicola, 2019). Na indústria conserveira, são feitas análises de deteção de histamina em vários pontos do processo, como na receção do pescado, no produto intermédio, no produto acabado (conserva) e quando considerado necessário (por exemplo quando não são cumpridas as boas práticas citadas anteriormente) (Visciano *et al.*, 2014). Os testes de histamina fazem parte da validação do sistema HACCP, e servem para verificar a eficácia das medidas implementadas e detetar eventuais falhas no sistema (FAO, 2013).

A histamina trata-se de uma amina biogénica produzida nos tecidos do pescado a partir da descarboxilação da histidina livre realizada por descarboxilases exógenas (enzimas) produzidas por microrganismos durante os processos degradativos. Quanto maior a decomposição microbiana do pescado, mais histamina será encontrada nos seus tecidos (Visciano *et al.*, 2014). Assim, a medição dos níveis de histamina é relevante devido às intoxicações alimentares que pode provocar, e por servir como indicador da frescura do pescado (Pawul-Gruba & Osek, 2021).

1.4.1. Fatores que influenciam a formação de histamina

Este composto desenvolve-se em muitas espécies de peixe, nomeadamente das famílias *Scombridae* (a família do atum), *Clupeidae*, *Engraulidae*, *Coryphaenidae*, *Pomatomidae* e *Scomberesocida*, em virtude de possuírem altas concentrações de histidina livre no tecido muscular (Pawul-Gruba & Osek, 2021). O teor de histamina varia entre diferentes espécies, varia entre diferentes peixes da mesma espécie e até varia consoante a parte do peixe analisada (Madejska *et al.*, 2022). As bactérias associadas à produção de histamina, como espécies do género *Enterobacter*, *Morganella* e *Klebsiella*, estão frequentemente presentes em ambiente marinho, existindo naturalmente nas brânquias, intestino e superfícies externas dos peixes de água salgada. Após a captura do peixe, a multiplicação destas bactérias deixa de ser inibida pelos mecanismos de defesa do peixe, por isso a formação de histamina é potenciada. Por este motivo, após a captura, a refrigeração ou congelação do pescado deve ocorrer o mais rapidamente possível, de forma a impedir ou desacelerar a multiplicação bacteriana. Além disso, o processo de evisceração e remoção das brânquias deve ser realizado com as melhores condições de higiene para prevenir a disseminação das bactérias para os tecidos musculares do pescado. Embora estas medidas não sejam suficientes para evitar a formação de histamina no pescado, são importantes para a prevenção, mantendo-a em níveis aceitáveis (Grant, 2022).

A histamina é um composto estável, sendo que as alterações de temperatura não reduzem os seus níveis (a congelação, a cozedura e a esterilização não irão reduzir os níveis de histamina anteriormente presentes no produto). Por outro lado, os microrganismos que levam à produção de histamina multiplicam-se mais rapidamente a temperaturas elevadas. Deste modo, é benéfico manter o pescado a uma temperatura de refrigeração (inferior a 4 graus) de modo a reduzir significativamente o risco de produção de histamina (Visciano *et al.*, 2014). Temperaturas do pescado superiores a 21,1°C são fortemente suscetíveis para uma produção rápida deste composto, sendo que níveis tóxicos podem ser atingidos em apenas duas a três horas a esta temperatura ou temperaturas superiores (Pawul-Gruba & Osek, 2021). A cozedura do produto ou a sua congelação pode inativar as bactérias e as enzimas produzidas, travando o aumento dos níveis de histamina, mas não reduz os níveis anteriormente presentes (Visciano *et al.*, 2014).

Por outro lado, após a cozedura do atum pode ocorrer a contaminação deste com bactérias produtoras de histamina, por isso os níveis do composto, após o processo térmico, podem permanecer estáveis ou aumentar. Esta contaminação pós cozedura pode ocorrer pela adição de ingredientes ao atum, pela manipulação por operadores ou por condições inapropriadas de higiene no armazenamento ou processamento (Rahmani, Miri, *et al.*, 2018). A pureza do gelo utilizado na

congelamento ou refrigeração deve ser assegurada de modo a não ser uma fonte de microrganismos (Pawul-Gruba & Osek, 2021).

O processamento do pescado é realizado à temperatura ambiente. Por esse motivo, é importante quantificar o tempo que o pescado permanece nas linhas de produção e acompanhar a evolução da sua temperatura, de forma a controlar o risco de desenvolvimento de histamina no produto. Se o risco se revelar significativo, é necessário proceder à avaliação laboratorial da histamina.

Na Tabela 1, adaptada de uma tabela retirada do manual da FDA, referente à orientação sobre perigos e controlos em pescado e produtos pesqueiros, está descrito o número máximo de horas recomendável de exposição do pescado suscetível de desenvolver histamina (como o atum) à temperatura ambiente, de forma a prevenir a contaminação por histamina em níveis inaceitáveis (Grant, 2022). A FDA estipula então que:

- O pescado que sofreu tratamento térmico ou foi congelado previamente, não deve permanecer a uma temperatura ambiente superior a 21,1°C mais do que 12 horas.

Tabela 1: Número máximo de horas recomendável de exposição à temperatura ambiente do pescado suscetível de desenvolver histamina (Adaptada de Grant, 2022).

Número máximo de horas recomendado de exposição do pescado formador de histamina a temperaturas ambientes superiores a 4,4°C para evitar a formação de histamina após refrigeração adequada a bordo do navio de colheita, para diferentes exposições a temperaturas e condições de processamento anteriores		
Quando a temperatura ambiente de exposição é...	Máximo de horas de exposição para...	
	Pescado fresco (não processado termicamente ou previamente congelado) é...	Pescado previamente congelado ou pescado processado termicamente (que foi exposto a possível recontaminação) é...
>21,1°C a qualquer momento	≤4	≤12
≤21,1°C durante toda a exposição	≤8	≤24

Há inúmeros fatores que influenciam a concentração de histamina nos tecidos do pescado, desde a época e o método de captura à idade (Madejska *et al.*, 2022). No entanto, os fatores chave que determinam a concentração de histamina nas conservas de atum são a qualidade das matérias-primas e as condições de higiene e de armazenamento desde a captura até à produção da conserva (Rahmani, Miri, *et al.*, 2018).

1.4.2. Riscos para os consumidores

A intoxicação por histamina é uma das intoxicações de origem alimentar mais comuns (Rahmani, Miri, *et al.*, 2018). A intoxicação por histamina provoca efeitos como a vasodilatação e consequente hipotensão, rubor e cefaleias, aumento da permeabilidade dos vasos sanguíneos, provocando urticária, edemas e hemoconcentração, contração dos músculos lisos, levando a cólicas abdominais, diarreia e náuseas, aumento da atividade do miocárdio, conduzindo a palpitações e arritmias cardíacas, estimulação dos neurónios sensoriais e motores, produzindo dor e prurido e dificuldades respiratórias (Grant, 2022). A substância também tem demonstrado ser um possível precursor de composto N-nitroso cancerígenos (Pawul-Gruba & Osek, 2021). Os sintomas podem permanecer por algumas horas ou, raramente, por dias, podendo, em casos muito graves, levar à morte. No entanto, o surgimento de sintomas é muito variável, depende da suscetibilidade do indivíduo e da quantidade de histamina ingerida, sendo que os efeitos tóxicos são exacerbados pela presença de outras aminas biogénicas no alimento (como a putrescina e a cadaverina). Outro problema provocado pela ingestão de histamina, em menores quantidades, com efeitos menos graves, é a intolerância ao composto. Estes problemas são frequentemente subdiagnosticados uma vez que são dificilmente reconhecíveis e devido à ausência de sistemas de diagnóstico adequados (Visciano *et al.*, 2014).

1.4.3. Regulamentação relativa aos limites de histamina

O Regulamento nº 2073/2005 da Comissão Europeia relativo aos critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentícios estipula que produtos da pesca de espécies de peixes associadas a um elevado teor de histidina devem ser submetidos a amostragem para análises com a finalidade de detetar os níveis de histamina. O plano de amostragem prevê que devem ser recolhidas nove amostras de cada lote. O lote analisado será satisfatório se o valor médio detetado de histamina for menor ou igual a 100 mg/kg, dois em nove valores estiverem entre 100 mg/kg e 200 mg/kg e nenhum valor ultrapassar os 200 mg/kg (Regulamento 2073/2005). Os resultados de histamina são expressos em partes por milhão (ppm), sendo que um teor de histamina de 100 mg/kg é o mesmo que 100 ppm.

Segundo a Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO), a concentração máxima de histamina numa porção de pescado que não causaria efeitos adversos é de 200 mg/kg. Com a aplicação de boas práticas de higiene e com a implementação de um sistema HACCP, os dados apontam que os níveis de histamina em pescado podem ser facilmente inferiores a 15 mg/kg (FAO, 2013).

1.4.4. Método de medição de histamina

Existem alguns métodos para medição de níveis de histamina em produtos alimentares. O método mais indicado e mais utilizado é o método de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) (Evangelista *et al.*, 2016). O método HPLC inclui os seguintes passos:

- a. Pesagem de uma determinada quantidade do produto que constitui a amostra num gobelé e adição de uma determinada quantidade de ácido tricloroacético, cuja função é precipitar as proteínas da amostra, removendo substâncias interferentes que possam afetar a exatidão e precisão da análise;
- b. Homogeneização do conteúdo do gobelé na trituradora até formar uma pasta/líquido;
- c. Colocar o conteúdo triturado num tubo graduado até atingir a quantidade necessária e colocar o tubo na centrífuga durante alguns minutos;
- d. Enquanto se processa a centrifugação, colocar um pedaço de algodão numa seringa vazia e colocar a ponta da seringa apoiada num vial, de forma a servir de funil com filtro;
- e. Filtrar o líquido presente no tubo (vertendo-o para dentro da seringa), resultante da centrifugação, até encher o vial, e colocá-lo fechado na máquina de HPLC;
- f. Posteriormente, verificar resultado do teor de histamina, em suporte informático.

Embora a avaliação sensorial seja crucial para monitorizar a frescura e qualidade do pescado, não é um método que permita determinar se uma amostra apresenta níveis de histamina elevados, uma vez que as características organoléticas do pescado podem ser ótimas e este pode estar contaminado com níveis excessivos de histamina (Grant, 2022).

1.4.5. Ocorrências de histamina em pescado

Segundo os relatórios do Sistema de Alerta Rápido para Géneros Alimentícios e Alimentos para Animais, houve 79 notificações de níveis excessivos de histamina em produtos piscícolas, na União Europeia, entre 2014 e 2018. A maioria das ocorrências foram referentes a atum e tiveram origem em Espanha. Uma das causas principais para estes incidentes foram o armazenamento do pescado fresco ou congelado a temperaturas inadequadamente altas (Pawul-Gruba & Osek, 2021).

Já foram realizados diversos estudos, em diferentes países (desenvolvidos, em desenvolvimento e não desenvolvidos), cujo objetivo foi a pesquisa dos níveis de histamina em pescado e produtos pesqueiros comercializados no mercado, o que demonstra a relevância global deste tema. Este problema assume proporções maiores em países em desenvolvimento e não

desenvolvidos, uma vez que não há tantas condições para o cumprimento das boas práticas de higiene e fabrico (Pawul-Gruba & Osek, 2021).

1.5. Nova filosofia da segurança alimentar

A rastreabilidade dos alimentos tornou-se um aspeto fundamental que faz parte da segurança alimentar. Para produzir alimentos seguros e com qualidade, é essencial ter toda a informação sobre a origem e percurso destes. No caso do atum, é necessário ter conhecimento das condições em que foi capturado, armazenado, processado e distribuído, não sendo possível o controlo das condições de criação, em virtude de ser um peixe selvagem (FAO, 2008).

Atualmente, as empresas que processam géneros alimentícios de origem animal têm interesse em conquistar certificações que asseguram a segurança e qualidade dos produtos por estas produzidos, uma vez que a probabilidade de evoluírem na indústria é maior. Para isso, apoiam-se em normas voluntárias importantes para o seu desenvolvimento, como por exemplo a ISO 9000 para a garantia da qualidade do produto, a ISO 4000 para a gestão ambiental eficaz dentro da empresa, e a ISO 22000 para definir e especificar os requisitos para o desenvolvimento e implementação de um sistema de gestão da segurança alimentar. A sustentabilidade dos produtos é um aspeto que tem tido cada vez mais importância para os consumidores, uma vez que há uma preocupação crescente em relação ao bem-estar animal e preservação do ambiente. Consequentemente, foram introduzidas várias iniciativas de certificação ecológica nos setores de pesca, sendo que os produtos com este tipo de rotulagem são produzidos em condições com menor impacto negativo para o ambiente. No caso das conservas de atum, exemplos deste tipo de certificações ecológicas são a certificação *Marine Stewardship Council* (MSC), que garante que o atum foi capturado de forma sustentável e legal, e a certificação *Dolphin Safe*, que garante que a captura de atum foi realizada de forma a minimizar a captura accidental de golfinhos (FAO, 2008).

Os profissionais responsáveis pelo controlo da qualidade, como os Médicos Veterinários, estão em ação em todo o processo de fabricação de conservas. Na receção do pescado, devem garantir que este está conforme e que reúne as condições de qualidade e segurança para ser processado. Durante o processamento, realizam inspeções regularmente de maneira a garantir que o produto esteja sempre apto para consumo. Também se encarregam de requisitar as análises necessárias em qualquer etapa com a finalidade de confirmar a ausência de perigos microbiológicos, físicos e químicos e para garantir o cumprimento das especificações do cliente. A inspeção das instalações e equipamentos também é da responsabilidade deste departamento (FAO, 1985).

1.5.1. Verificação por organismos oficiais

Ao abrigo da Comissão do *Codex Alimentarius* da Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO) e da Organização Mundial de Saúde (OMS), as organizações internacionais e autoridades nacionais desenvolveram regulamentos a cumprir em relação à produção de conservas. Esses regulamentos estipulam que: (i) os produtos em conservas devem ser produzidos em fábricas certificadas (que cumpram os requisitos em relação a instalações, equipamentos, higiene e qualificação de profissionais), (ii) as autoridades nacionais competentes devem ser responsáveis pela certificação das fábricas, aprovação e monitorização de programas baseados em HACCP e certificação de produtos, e que (iii) cada empresa deve desenvolver e implementar um sistema baseado em HACCP (FAO, 2008). O sistema HACCP baseia-se na identificação dos perigos em todas as etapas de fabricação do género alimentício e implementação de medidas preventivas nos pontos críticos do processamento. Nesses pontos, denominados de Pontos Críticos de Controlo, são estabelecidos limites críticos, procedimentos de monitorização (vigilância), sugeridas ações corretivas e instituídos procedimentos de verificação. Assim, é alcançada a eliminação ou redução dos perigos. Para a correta implementação do sistema, deve haver um registo de todos os controlos realizados (ASAE, 2007).

A importação de conservas de atum de países terceiros para a União Europeia é possível apenas se estes tiverem uma autoridade competente certificada pela Comissão Europeia. Além disso, existem inspeções regulares nas fronteiras, de modo a verificar se os requisitos estão a ser cumpridos e controlar a conformidade de todos os produtos importados. Este controlo veterinário inclui a verificação de documentos (como o certificado sanitário), da identidade do produto (que abrange o país de origem e a empresa que o fabricou) e uma verificação física do alimento, sendo que o conteúdo é inspecionado e podem ser realizadas amostragens para realizar testes em laboratório, como a medição de níveis de metais pesados e de histamina (FAO, 2008).

A Comissão Europeia disponibilizou uma série de regulamentos referentes à segurança e qualidade alimentar de géneros alimentícios de origem animal. O Regulamento (CE) nº 178/2002 estabelece os princípios e normas gerais da legislação alimentar, cria a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA) e determina procedimentos relativos à segurança dos alimentos, estabelecendo, deste modo, as regras gerais relativas à segurança de todos os géneros alimentícios (Regulamento 178/2002). Já o Regulamento (CE) nº 853/2004 determina os requisitos de higiene aplicáveis aos géneros alimentícios de origem animal. A mais recente legislação responsabiliza os produtores pela segurança dos géneros alimentícios (Regulamento 853/2004). O Regulamento (CE) nº 854/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho estabelece regras específicas de organização dos controlos oficiais de produtos de origem animal destinados ao consumo humano. Segundo esta

legislação, as condições de temperatura e higiene de armazenamento e transporte dos produtos de pesca devem ser inspecionadas durante todo o processo. O pescado rececionado deve ser submetido a avaliação sensorial, e se algum dos parâmetros estiver fora da normalidade, devem ser realizados testes laboratoriais para determinação dos teores dos indicadores de frescura. Além disso, devem ser feitas análises microbiológicas, químicas e pesquisa de parasitas (Regulamento 854/2004).

1.6. Fábrica de conservas A Poveira

A fábrica de conservas *A Poveira* é uma das maiores e mais antigas conserveiras de peixe de Portugal, responsável pela produção de produtos de fabrico próprio e para inúmeros clientes. Foi fundada em 1938, quando tomou o lugar de uma fábrica de conservas francesa. A empresa executa uma produção simultaneamente tradicional, artesanal e tecnológica. Tem como principais objetivos produzir produtos com qualidade e segurança para os seus clientes e consumidores, ter foco na sustentabilidade do fabrico e na inovação contínua (Jornal Expresso, 2021).

A empresa está dividida em duas unidades fabris. O enlatamento do atum tem lugar na *Poveira*, na cidade Póvoa de Varzim (localizada no norte de Portugal), e a cozedura e limpeza do pescado ocorre na Unidade *La Gondola*, em Matosinhos (localizada a cerca de 30 km da *Poveira*). As espécies de atum processadas nesta fábrica são *Thunnus albacares* (albacora) e *Katsuwonus pelamis* (gaiado). O atum albacora tem, habitualmente, maiores dimensões e o músculo é mais claro comparativamente ao gaiado.

A empresa possui uma série de certificações que fazem com que seja reconhecida pela qualidade dos seus produtos, a nível nacional e internacional. Alguns exemplos destas certificações são: a *British Retail Consortium* (BRC), a *International Featured Standard* (IFS), a *Dolphin Safe*, e a *Marine Stewardship Council* (MSC).

1.6.1. Organização das unidades fabris

A *Gondola* tem como funções principais a cozedura e limpeza de atum, sendo que os produtos finais são transportados exclusivamente para a *Poveira*. Esta fábrica possui, essencialmente, a zona do cais de receção do pescado cru congelado, a zona de calibração do atum e emparrilhamento (colocação do pescado em parrilhas), a zona de cozedura e câmara de arrefecimento, a zona das linhas de limpeza do atum, de preparação para expedição e das câmaras de refrigeração e a zona do cais de expedição.

Relativamente à *Poveira*, é uma fábrica com dimensões significativamente maiores, e apesar de o enlatamento do atum ser a única fase de processamento desta espécie que tem lugar na *Poveira*, existem outras fases de processamento de outros produtos pesqueiros. A unidade fabril possui a zona do cais de descarga, a zona das câmaras de refrigeração e congelação, a zona das linhas do enlatamento automático do atum, a zona da descongelação e salmoura da sardinha, a zona de cozedura da sardinha, a zona de enlatamento automático de sardinha, a zona de enlatamento manual, a zona de produção de patés, a zona de colocação das latas em paletes (paletização) e esterilização e a zona de embalagem.

1.6.2. Fases de produção das conservas e procedimentos de segurança e qualidade

Unidade *La Gondola*

Receção

Todo processo até ao fim da produção de conservas de atum na fábrica de conservas *A Poveira* envolve inúmeras etapas. Primeiramente, antes da receção do pescado na fábrica, este é capturado e submetido a congelação em salmoura, o que resulta na absorção de sal por parte do atum (que não deve ser excessiva). No porto de pesca, o pescado é descarregado dos navios ou transportadoras, podendo, de seguida, ser imediatamente transportado para a Unidade de conservas *La Gondola*, onde é imediatamente armazenado em câmara de congelação, ou ser transportado para um local externo, onde ocorre o armazenamento e depois a classificação de qualidade e tamanho do pescado, de forma a garantir descongelação e cozedura uniformes. Se a receção for feita num local externo, o atum é depois transportado para a unidade *La Gondola*. Nesta fase, é importante armazenar de imediato o pescado em condições adequadas.

Nesta Unidade de produção, o principal ponto crítico de controlo ocorre na receção do pescado. Na receção do atum cru, é realizada a avaliação das suas características organoléticas e recolhem-se amostras que são enviadas, para determinação do teor de sal e histamina, para o laboratório da *Poveira*. No laboratório, são analisadas 18 amostras a cada um dos lotes de fornecedor novos (nunca previamente recebidos), sendo 9 amostras para sal e 9 amostras para histamina. Caso seja um lote que já foi rececionado anteriormente, são retiradas 3 amostras para determinação de sal e 3 amostras para determinação de histamina. É realizada a determinação de histamina, novamente, no produto intermédio (atum cozido) através da análise de 2 amostras por lote, no produto acabado (conserva) através da análise de 1 amostra por lote, e quando considerado necessário. O nível de sal é medido novamente no produto intermédio e final.

O limite máximo interno admitido de teor de histamina no produto, em qualquer fase, é de 50 ppm. Se o valor obtido em análise estiver entre o limite máximo interno (50 ppm) e limite máximo legal (100 ppm), as análises são repetidas (são colhidas novamente 9 amostras para determinação do teor de histamina). Caso estas análises demonstrem algum valor superior a 50 ppm novamente, o pescado é rejeitado. No caso de os resultados obtidos serem todos inferiores a 50 ppm, o pescado é considerado conforme.

As características organolépticas (aspecto, odor e sabor) dos produtos e a ausência de parasitas são sempre verificadas em qualquer fase.

Calibração e preparação para cozedura

Na unidade *La Gondola*, quando chega o momento de o atum ser processado, é retirado da câmara e calibrado consoante o tamanho. Após a calibração, é colocado em parrilhas, que por sua vez estão em carros, e aguarda até ser colocado nos fornos. O pescado é emparrilhado por tamanhos, em carros com 44 parrilhas. Se couberem até 2 peças por parrilha, este é considerado grande, se couberem entre 3 e 5 é médio, se couberem mais de 6 é pequeno.

Cozedura e arrefecimento

Na cozedura, o pescado perde água e compostos voláteis, perdendo, conseqüentemente, peso. A duração da cozedura depende do tamanho e espécie do atum. Nesta fase, são adotadas algumas medidas para garantir um processo suficiente e eficaz. Antes de ser cozido, e depois da descongelação à temperatura ambiente, a temperatura interna do pescado cru na parrilha é medida e registada (não deve ser superior a 0°C). O tempo de cozedura é determinado pelo tamanho do pescado e pela firmeza que se quer atingir. Mesmo que o tempo de cozedura tenha terminado, o pescado só pode ser retirado depois de a sua temperatura interna (retirada ao nível da espinha) ser igual ou superior a 55°C (uma vez que é a temperatura que garante que o peixe está totalmente cozido), o que é determinado por sensores presentes dentro do forno, que registam as variações de temperatura continuamente. No entanto, este controlo possui algumas falhas, na medida em que há variações significativas de temperatura em diferentes locais dos fornos, existem variações entre os pescados (devido ao diferente calibre e à sua posição no forno) e há variações ao longo da espinha do próprio pescado. Sendo assim, não é possível ter a certeza que todo o pescado atingiu a temperatura interna adequada, mesmo com a monitorização existente. Uma vez registada por todos os sensores a temperatura de 55°C na espinha, o pescado pode ser retirado e colocado na câmara de arrefecimento.

Limpeza e expedição

Após o arrefecimento, o atum segue para a linha de limpeza, onde é, manualmente, limpo. Os carros aguardam no início da linha e vão sendo descarregados por operadores, que viram as parrilhas com pescado no tapete de limpeza. O tipo de limpeza é definido pelo cliente, podendo ser simples, intermédia ou dupla. Desta limpeza resultam lombos, barrigas e migas de atum, e as partes rejeitadas do pescado seguem como subprodutos para um contentor destinado a isso. Os lombos, barrigas e migas são colocados, separadamente, em cestos, que por sua vez são colocados em paletes, que são colocadas em câmara de refrigeração até serem transportadas para a fábrica *A Poveira*.

Unidade A Poveira

A partir do momento em que o atum chega à *Poveira*, existem, essencialmente, quatro pontos críticos de controlo: na receção do pescado, na cravação, na esterilização e no exame das conservas por raio X.

Receção do atum cozido

Na fábrica *A Poveira* ocorre o processo de enlatamento do atum. Além de ocorrer o enlatamento do atum refrigerado (colocado em cestos) proveniente da *Gondola*, também ocorre enlatamento de lombos e migas de atum congelados (acondicionados em bolsas de plástico), provenientes de outras empresas. O atum congelado é armazenado em câmaras de congelação a -18°C e o atum refrigerado em câmaras de refrigeração entre 0°C a 4°C . As barrigas refrigeradas têm como destino uma trituradora, que transforma estas partes em migas (uma vez que as barrigas dariam uma aparência desagradável quando colocadas em lata), que por sua vez têm como destino o enlatamento.

Enlatamento

Quando chega o momento de ser utilizado, é transportado em paletes (refrigerado) ou carros (congelado) para as linhas das máquinas de enlatamento (empacadoras), onde é colocado manualmente. As operadoras colocam manualmente o atum na empacadora virando os cestos na mesa da máquina, no caso dos produtos refrigerados, ou abrindo as bolsas plásticas do pescado congelado e cortando a porção de pescado com uma faca. Os produtos com tamanho adequado e devidamente misturados são colocados no tapete rolante que os transporta para a prensa, formando uma posta prensada. A posta prensada é imediatamente cortada de forma automática pelas lâminas da máquina e o produto cortado é instantaneamente colocado na lata.

Depois de enlatado, prossegue na linha passando pela fase de colocação de salmoura (de acordo com a quantidade de sal requerida), e da cobertura (podendo ser água, óleo, azeite ou tomate). De seguida passa pela recuperadora, que tem como função a recuperação da cobertura em excesso. A cravadora executa o fecho hermético, e a lavadora realiza a lavagem das latas. Posteriormente, as latas são inspecionadas por um responsável e organizadas em paletes. A inspeção da cravação é realizada para identificar defeitos (como folgas e fissuras), de forma a garantir que as latas estão fechadas hermeticamente.

Todas as conservas de atum também são submetidas a avaliação raio X, após a esterilização, para identificar qualquer corpo estranho detetável ou espinha visível que tenha permanecido desde o início ou tenha entrado durante o processo. Também é possível verificar alguns defeitos da lata (com origem na cravação, por exemplo).

Esterilização e embalagem

Seguidamente, são colocadas nas esterilizadoras, onde são submetidas, durante um período definido, a uma determinada temperatura, de forma a alcançarem a esterilidade comercial. Após esterilização, há o arrefecimento e secagem, para serem embaladas e armazenadas e depois transportadas e distribuídas.

Existem diversos programas de esterilização, utilizados de acordo com as características do produto a ser submetido ao tratamento térmico. Sempre que se altera qualquer aspeto do programa, são realizados testes de penetração de calor, de modo a identificar os pontos críticos na esterilizadora, onde são colocados sensores para verificar se a temperatura atingida é adequada. O F0 é sempre maior ou igual a 6, apesar de, legalmente, dever ser maior ou igual a 3. Todos os carros apresentam uma fita de autoclave, que muda de cor com a esterilização, cujo objetivo é a distinção dos carros esterilizados dos que não foram esterilizados, uma vez que os carros entram e saem pela mesma porta. Nesta fase, as conservas repousam durante 4 horas, arrefecendo lentamente, para alcançarem a estabilidade sem haver o risco de contaminação por manipulação.

Embora não sejam realizadas análises microbiológicas ao produto final, este parâmetro é avaliado através de provas de estufa. As conservas são submetidas a um período de incubação de 7 dias, sendo que um determinado número de latas do lote (determinado através quantidade de latas produzidas) permanece à temperatura ambiente, outra quantia igual de latas é colocada a 37°C e outra quantia igual é colocada a 55°C. Terminado o período de incubação, as latas são avaliadas quanto ao seu aspeto visual (exterior e interior), o conteúdo é avaliado quanto às suas características organolépticas e é determinado o seu pH. A diferença entre o pH das latas submetidas a diferentes temperaturas, do mesmo lote e da mesma esterilização, não deve ser superior a 0,5, caso contrário

pode ser indicativo de desenvolvimento de microrganismos nas conservas. Conservas contaminadas com microrganismos bacterianos apresentam frequentemente abaulamento da tampa (latas opadas). Todos estes valores e parâmetros observados são devidamente registados.

De forma a controlar e limitar a variação de pesos entre conservas do mesmo lote, para o mesmo cliente, é executada a medição de pesos numa amostra com um determinado número de conservas. Nesse processo, são calculados e registados os pesos brutos, os pesos líquidos e os pesos escorridos (peso do pescado sem a cobertura). Este procedimento também permite a avaliação da qualidade dos produtos finais através das características organoléticas e de outros parâmetros, como a presença de espinhas, escamas, pele, corpos estranhos, oxidação, hematomas, veias, sangacho, odor e sabor. Além disso, também se apura a presença de migalhas, de espaços ociosos, choques nas latas, erros na cravação, defeitos nas embalagens, entre outros. Admite-se um intervalo de erro nos pesos e a presença de algumas imperfeições leves, mas é tudo registado num relatório e enviado para o Departamento da Qualidade.

1.7. Objetivo do trabalho e etapas para a sua realização

O objetivo do trabalho realizado consistiu no controlo de tempos que o atum permaneceu à temperatura ambiente durante o seu processamento e das temperaturas internas do atum ao longo desses períodos, de forma a determinar o risco de desenvolvimento de histamina no produto. Para isso, períodos de tempo e temperaturas foram determinados na linha de limpeza e na linha de enlatamento do atum, que são, essencialmente, as fases nas quais o pescado está exposto à temperatura ambiente, antes da cravação.

Este estudo permitiu a revisão e mudança de práticas realizadas nas linhas de limpeza e enlatamento de atum da empresa, auxiliando a tomada de decisões relativas a procedimentos novos, de modo a reforçar a prevenção de desenvolvimento de histamina.

Como já referido anteriormente, a limpeza do atum tem lugar na Unidade *La Gondola*, em Matosinhos, e o enlatamento ocorre na *Poveira*, na Póvoa de Varzim. Sendo assim, os controlos das linhas foram sempre realizados em dias diferentes.

Primeiramente, foram conhecidos os processos realizados nas fábricas, sendo que na *Poveira* foi dada particular atenção à linha de enlatamento do atum. Depois da familiarização com estes procedimentos e com a sua organização, foram planeadas e construídas tabelas em Microsoft 365 Excel de forma a determinar quais os parâmetros a registar e quais os locais e momentos dos processos em que a medição de temperatura deveria ser feita.

Simultaneamente, ocorreu a aprendizagem e familiarização com o procedimento laboratorial de medição de histamina, denominado de método HPLC.

Posteriormente, foi iniciada a recolha de dados em ambas as fábricas. Ao longo do tempo, a tabela foi aperfeiçoada de forma a recolher o maior número de informações relevantes possível, de forma a corresponder às necessidades do trabalho, e de maneira a tornar-se mais prática e lógica. Foram recolhidas amostras para a realização de análises de histamina, e os resultados foram registados.

Após a conclusão de recolha de dados, estes foram analisados e tratados para a formulação de gráficos e tabelas, que permitiram uma visão mais clara da evolução dos valores obtidos, de maneira a facilitar a retirada de conclusões.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Na Unidade *La Gondola*, foram retiradas amostras para determinação do teor de histamina em linhas escolhidas aleatoriamente. Na fábrica *A Poveira*, nos casos em que os limite máximo estabelecido de temperatura do pescado foi quase alcançado, alcançado ou excedido, procedeu-se à recolha de amostras para realização de análises de histamina através do método HPLC.

O limite máximo de permanência do atum à temperatura ambiente admitido foi de 12 horas, antes do processo de esterilização das conservas (como recomendado pela FDA para atum cozido – Tabela 1). Este limite de tempo é apenas referente à formação de histamina, sem considerar outros perigos. Foi considerado este limite uma vez que se atingem temperaturas ambientes superiores a 21,1°C nas fábricas frequentemente. A recolha de dados foi feita tendo em conta que o Departamento da Qualidade estimou que o pescado permanece 2 horas depois da cravação e antes da esterilização à temperatura ambiente, por isso o tempo cumulativo que o atum está exposto à temperatura ambiente na linha de limpeza e na linha de enlatamento não deve exceder as 10 horas, ou seja, cerca de 5 horas em cada linha. Se fossem ultrapassados os tempos estimados para as linhas, seriam retiradas amostras para determinação de histamina e o mesmo ocorreria quando a temperatura do pescado na linha de enlatamento excedesse os 18°C.

Apesar de não ser possível estabelecer um limite máximo de temperatura que o pescado limpo pode atingir na fase de limpeza do atum, devido ao facto de ter sido anteriormente cozido, é necessário ter em conta que o teor em histamina pode aumentar se o pescado permanecer a uma temperatura propícia à sua formação durante longos períodos. Por esse motivo, foi dada particular importância ao tempo que o alimento permaneceu à temperatura ambiente, principalmente quando esta foi superior a 21,1°C.

Na *Gondola*, os dados registados incluíram: a data de recolha, o número da linha de limpeza a ser analisada (existem sete linhas de limpeza, cuja numeração é atribuída de 1 a 7), o número do lote de fabrico do pescado, a espécie de atum, o tamanho do pescado, a hora da recolha de dados (foram recolhidos a cada dez minutos), o número de operadores na linha em questão a limpar o atum, o número estimado de peças de pescado por carro no início da linha, temperaturas do pescado em alguns pontos da linha (início, meio e fim), a quantidade de cestos no fim da linha com lombos e a quantidade com migas, temperatura ambiente, hora de mudança do carro de pescado no início da linha, hora de colocação da palete de lombos em câmara de refrigeração e hora de colocação dos cestos de migas em câmara de refrigeração. As temperaturas recolhidas foram as seguintes: temperatura na espinha do próximo pescado a ser limpo, temperatura do pescado durante a limpeza enquanto está no tapete da linha, e temperaturas do pescado nos cestos que estão há mais tempo no

fim da linha de lombos e de migas, separadamente. Foram retiradas amostras de atum para medição de histamina dos cestos mais antigos de cada palete formada de lombos e de migas, antes de serem armazenados em câmara, de modo a determinar se o pescado limpo da paleta que permaneceu mais tempo à temperatura ambiente desenvolveu histamina. Na Tabela A1 é possível observar um exemplo de recolha de dados realizada na *Gondola*, sendo que na primeira linha constam os parâmetros citados anteriormente, cujos significados constam na Tabela A2.

Na *Poveira*, os dados registados em tabela foram: a data de recolha, a linha de enlatamento analisada (as linhas do atum estão numeradas de 4 a 9), o lote de fabrico trabalhado, a espécie do atum, a hora da recolha de dados (foram recolhidos a cada dez minutos), a forma da lata (onde é colocado o atum), o número de operadoras a trabalhar na empacadora, os tipos de pescado colocados na empacadora (podiam ser lombo refrigerado ou congelado e migas refrigeradas ou congeladas), quantidade de cestos correspondente a cada tipo de pescado no início da linha, temperaturas do atum em alguns pontos da linha e temperatura ambiente. As temperaturas retiradas foram as seguintes: temperaturas do próximo pescado a ser colocado na empacadora no início da linha (de lombos e de migas separadamente, quando se utilizaram os dois), temperatura do pescado na empacadora e temperatura do atum já colocado na lata. As amostras de histamina foram colhidas quando se registaram temperaturas do pescado superiores a 18°C. Na Tabela A3 é possível verificar um exemplo de recolha de dados que teve lugar na *Poveira*, sendo que na primeira linha da tabela estão os aspetos avaliados, citados anteriormente, cujos significados constam na Tabela A4.

Como anteriormente referido, o método utilizado para a determinação dos teores de histamina das amostras analisadas foi o método HPLC. O equipamento utilizado foi da marca Waters, e o tipo de detetor foi um detetor de matriz de fotodíodos.

Quando se recolheram amostras, estas foram imediatamente refrigeradas até ao processamento para análise por HPLC, que ocorreu sempre no mesmo dia da recolha, de forma a minimizar o risco de a histamina continuar a formar-se (apesar de o risco ser muito baixo por as amostras estarem a temperatura de refrigeração). O método de análise de histamina por HPLC não permite deteção de níveis de histamina inferiores a 5 ppm (limite mínimo detetável). Os resultados obtidos foram registados nas tabelas na linha correspondente à hora que as amostras foram colhidas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Determinações e tratamento de resultados

As linhas de limpeza do atum foram analisadas por 16 vezes no total. Relativamente às linhas de enlatamento do atum, foram submetidas a controlo por 48 vezes. Os controlos foram realizados ao longo de 3 meses (iniciaram a meio de outubro de 2023 e terminaram a meio de janeiro de 2024).

3.1.1. Linhas de limpeza do atum (*Gondola*)

Na linha de limpeza do atum, foi verificado que o tempo que demora a completar uma palete de lombos ou um tabuleiro de migas ou barrigas, depende de diversos fatores. Destes fatores, os que mais influência tiveram neste tempo foram:

- O número de operadores a trabalhar na linha. À partida, quanto maior o número, mais rapidamente se completa uma palete/tabuleiro;
- A produtividade da equipa da linha em questão. Uma maior produção de paletes/tabuleiros por dia, significa que se completa cada uma num menor período;
- O tamanho do pescado que está a ser limpo. Se o pescado for pequeno, será necessário limpar mais para completar uma palete comparativamente a pescado de maior calibre;

Sempre que possível, os controlos nas linhas de limpeza do pescado foram feitos de modo a, pelo menos, ser completa uma palete com 50 cestos de lombos limpos (as paletes de lombos são sempre compostas por 50 cestos), com o objetivo de ser possível quantificar o tempo que o pescado destas paletes permanece exposto à temperatura ambiente. As migas são colocadas em câmara de refrigeração quando se produzem entre 5 e 8 cestos, sendo transportadas por um tabuleiro com rodas, sendo que na câmara de refrigeração se vão juntando os cestos de forma a serem compostas paletes de migas com 50 cestos. Num controlo em que apenas era produzida uma palete de lombos limpos, simultaneamente, por vezes, eram produzidos cerca de 2 tabuleiros separados de migas.

O tempo de permanência do pescado na linha, exposto à temperatura ambiente, foi contabilizado a partir do momento que começava a ser formada uma nova palete/tabuleiro de lombos/migas. Apesar de este tempo não incluir o tempo que o pescado permanece na linha a ser limpo, é possível estimar que este tempo seja cerca de 30 minutos, por excesso. Por esse motivo, o tempo total que o pescado permaneceu na linha foi determinado através da adição de 30 minutos ao

período que a paleta/tabuleiro demorou a ser formada (calculado a partir dos registos de dados). Como é possível observar na Tabela 2, em nenhum dos controlos realizados na *Gondola* os cestos de migas ou os cestos de lombos permaneceram mais de 5 horas na linha, expostos à temperatura ambiente.

Tabela 2. Observações realizadas na *Gondola* (linhas de limpeza do atum).

Tipo de pescado	Na linha por tempo ≤ 5 horas	Na linha por tempo > 5 horas
Lombos	16 controlos	0 controlos
Migas	16 controlos	0 controlos

Comparando todos os controlos, o período máximo de exposição à temperatura ambiente do pescado destinado à produção de lombos limpos foi de três horas e trinta minutos. O tempo máximo de permanência do pescado destinado à produção de migas limpas à temperatura ambiente foi de duas horas e vinte minutos. Ambos os valores estão distantes do limite máximo estabelecido de 5 horas, como consta na Tabela 3.

Tabela 3. Tratamento estatístico dos dados recolhidos na *Gondola* (linhas de limpeza do atum).

Tipo de pescado	Tempo Mínimo	Tempo Máximo	Média de tempo	Desvio padrão
Lombos	140 min*	210 min	169 min	30 min
Migas	60 min	140 min	93 min	25 min

*min = minutos

Na Figura 3 consta um gráfico, realizado a partir da recolha de dados presente na Tabela B1, que representa um exemplo da evolução das temperaturas do pescado ao longo do tempo na linha de limpeza do atum. Através da observação do gráfico e da análise dos dados na sua totalidade, compreendeu-se que os fatores que mais influenciam a temperatura do pescado ao longo da linha são:

- O tamanho do pescado inteiro. Peças de grandes dimensões dissipam o calor menos rapidamente. Consequentemente, a temperatura do pescado inteiro e do pescado limpo é mais alta e demora mais tempo a baixar;
- O tamanho do pescado limpo. Quanto mais reduzido, mais rapidamente se dissipa o calor do pescado. As migas são o tipo de formato do pescado produzido com menor tamanho, o que significa que têm uma maior superfície de contacto com a temperatura ambiente e que arrefece mais rapidamente, tendo uma temperatura muito próxima da temperatura ambiente;
- A temperatura ambiente. Quanto mais baixa a temperatura ambiente, mais rapidamente o produto arrefece.

- O tempo que o pescado permanece na linha. Quanto maior este período, mais as temperaturas do pescado se aproximam da temperatura ambiente.

As setas presentes no gráfico representam os momentos em que foram retiradas amostras para avaliação do teor em histamina nos produtos. A seta amarela corresponde à amostra de migas e a seta cinzenta à amostra de lombos. Como referido anteriormente, as amostras foram retiradas antes de a paleta de lombos e tabuleiro de migas serem colocados em câmara de refrigeração, dos primeiros cestos de pescado limpo a serem colocados na paleta/tabuleiro.

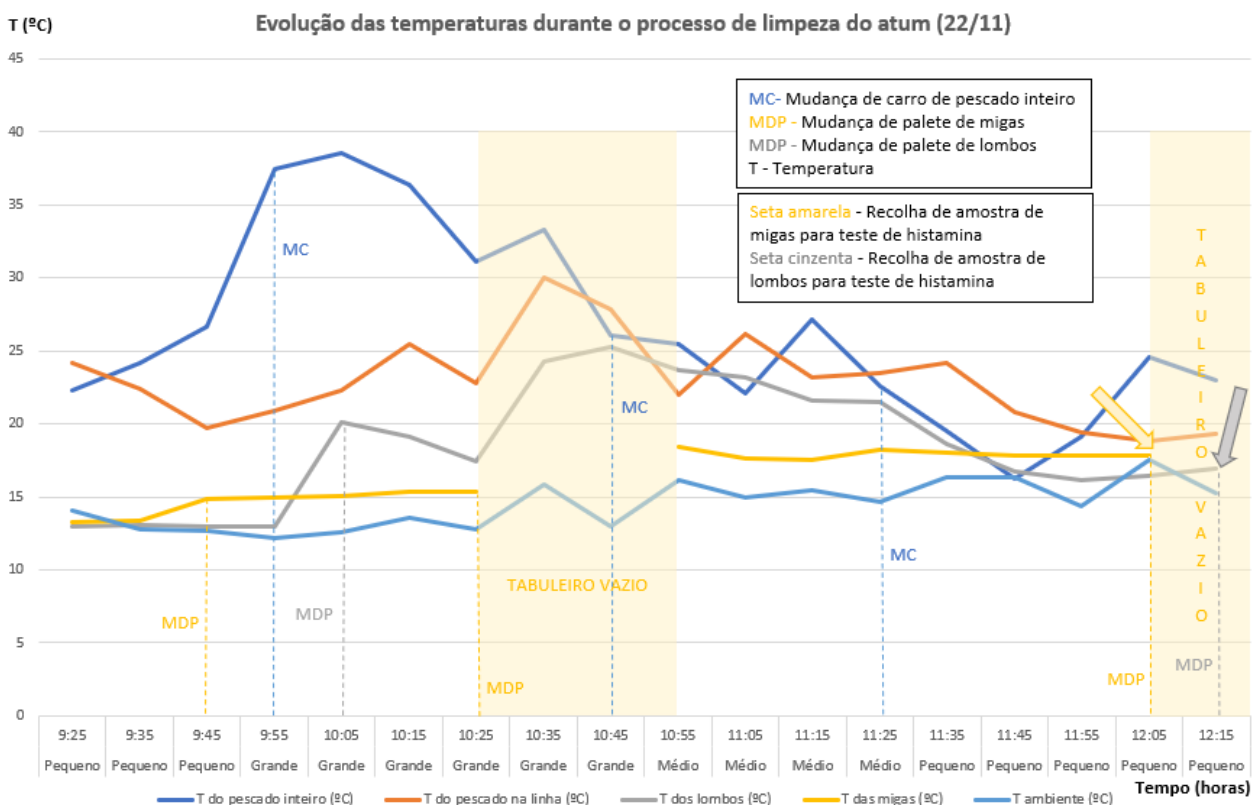


Figura 3. Evolução das temperaturas do pescado ao longo do tempo numa linha de limpeza do atum (exemplo de controlo).

3.1.2. Linhas de enlatamento do atum (*Poveira*)

Relativamente à linha de enlatamento do atum, foi observado que o tempo que leva a gastar uma paleta/carro de lombos ou migas dependeu, principalmente, dos seguintes fatores:

- Número de operadoras a trabalhar na empacadora;
- Velocidade de funcionamento da empacadora. Quanto maior a velocidade, mais rapidamente se coloca o pescado na empacadora;

- Tipo de pescado a ser trabalhado, uma vez que os lombos congelados são colocados na empacadora em menos tempo comparativamente a lombos refrigerados misturados com migas, por exemplo. Isto deve-se ao facto de, no caso de mistura de dois tipos de pescado (como lombos misturados com migas), estarem a ser gastas duas paletes de pescado simultaneamente (a de lombos e a de migas), o que faz com que demore muito mais tempo a terminar cada palete (aproximadamente o dobro do tempo em comparação com a utilização de apenas um tipo de pescado). Além disso, o processo de mistura do pescado na mesa da empacadora (antes de ser colocado no tapete) consome tempo adicional.

Ocorrem outros fatores externos de adição de tempo como diversas paragens na atividade da máquina devido a necessidades de manutenção, limpezas da zona, pausas breves de operadoras, esperas por reabastecimento de latas na máquina, obstruções na linha por latas, entre outros.

Sempre que possível, os controlos nas linhas de enlatamento do atum foram executados, de modo a, pelo menos, ser consumida uma palete/carro de cada tipo de pescado a ser enlatado (lombos refrigerados, lombos congelados, migas refrigeradas ou migas congeladas), com o objetivo de ser possível quantificar o tempo que o produto destas paletes permaneceu exposto à temperatura ambiente. Cada palete de lombos refrigerados possui sempre 50 cestos (provém da *Gondola* desta forma), e cada carro de lombos congelados possui sempre 72 bolsas plásticas com lombo congelado. Em relação à quantidade de cestos nas paletes de migas refrigeradas, esta varia muito, sendo que por vezes têm 50 cestos (conforme são transportadas da *Gondola*) e outras vezes têm menos. Por este motivo, o tempo foi contabilizado quando as paletes de migas refrigeradas cheias tinham 50 cestos, que é o número máximo de cestos que podem conter. A quantidade de cestos nas paletes de migas congeladas foi muito variável em todos os controlos feitos a este tipo de pescado.

No enlatamento do atum, quando utilizados produtos refrigerados, a maioria das vezes juntaram-se lombos e migas, sendo estes misturados e colocados na empacadora. Pontualmente, juntaram-se lombos refrigerados e migas congeladas. O lombo congelado foi quase sempre enlatado sem mistura com outro tipo de pescado, daí ser mais rapidamente processado. A mistura de lombo congelado com migas congeladas ocorreu por duas vezes.

O tempo de exposição do produto na linha, à temperatura ambiente, foi contabilizado a partir do momento que começava a ser gasta uma nova palete/carro de lombos/migas. Como o processo de enlatamento é automático a partir do momento em que o produto é colocado na empacadora, desde esse momento até à cravação decorrem no máximo 5 minutos. O tempo total que o pescado permaneceu na linha foi determinado através da adição de 5 minutos ao período que a palete/carro demorou a ser gasta (calculado a partir dos registos de dados). Como é possível verificar na Tabela 4,

em nenhum dos controlos feitos na *Poveira* os cestos de lombo refrigerados, os cestos de migas refrigeradas, os cestos de migas congeladas ou os nacos de lombo congelado permaneceram mais de 5 horas na linha, expostos à temperatura ambiente.

Tabela 4. Observações realizadas na *Poveira* (linhas de enlatamento).

Tipo de pescado	Na linha por tempo ≤ 5 horas	Na linha por tempo > 5 horas
Lombo congelado	17 controlos	0 controlos
Lombo refrigerado	31 controlos	0 controlos
Migas refrigeradas	30 controlos	0 controlos
Migas congeladas	6 controlos	0 controlos

O maior período de exposição dos lombos congelados à temperatura ambiente foi uma hora e quinze minutos, dos lombos refrigerados foi uma hora e quarenta e cinco minutos, das migas refrigeradas (considerando apenas paletes com 50 cestos) foi duas horas e cinco minutos e das migas congeladas foi uma hora e cinquenta minutos. Todos os valores estão distantes do limite máximo estabelecido de 5 horas, como consta na Tabela 5.

Tabela 5. Tratamento estatístico dos dados recolhidos na *Poveira* (linhas de enlatamento do atum).

Tipo de pescado	Tempo Mínimo	Tempo Máximo	Média de tempo	Desvio padrão
Lombo congelado	25 min	75 min	45 min	17 min
Lombo refrigerado	45 min	105 min	69 min	19 min
Migas refrigeradas	115 min	125 min	123 min	5 min
Migas congeladas	65 min	110 min	80 min	26 min

As Figuras 4 e 5 representam gráficos, realizados a partir das recolhas de dados presentes na Tabela B2 e na Tabela B3, respetivamente. Estes são exemplos da evolução das temperaturas do pescado ao longo do tempo na linha de enlatamento do atum. A Figura 4 refere-se ao processamento de lombo congelado e a Figura 5 corresponde ao processamento do lombo refrigerado com migas refrigeradas (são os tipos de pescado mais comumente processados).

Através da observação dos gráficos e da análise dos dados na sua totalidade, concluiu-se que os fatores que mais influenciam a temperatura do pescado ao longo da linha são:

- Temperatura do produto inicial a ser trabalhado. Os produtos congelados (como o lombo congelado) permanecem com uma temperatura mais baixa durante mais tempo em comparação com os produtos refrigerados.

- O tamanho do pescado a ser trabalhado. A temperatura dos produtos maiores sobe mais vagarosamente do que a temperatura dos produtos menores. As migas ficam rapidamente com temperaturas próximas da temperatura ambiente.
- A temperatura ambiente. Quanto mais alta a temperatura ambiente, mais rapidamente o produto aquece.
- O tempo que o pescado permanece na linha. Quanto maior este período, mais as temperaturas do pescado se aproximam da temperatura ambiente.

Como nesta fase o pescado provém da refrigeração ou congelação, a sua temperatura quando exposto à temperatura ambiente irá aumentar. Deste modo, foi estabelecido um limite máximo de temperatura que o produto pode atingir de 18°C, sendo que ultrapassado esse limite, a probabilidade de desenvolvimento de histamina no produto foi considerada significativamente maior.

O gráfico apresentado na Figura 4, referente a um processamento de lombo congelado numa linha de enlatamento, demonstra que a temperatura do pescado no carro permaneceu sempre menor do que 10°C neste controlo, o que também foi verificado noutros controlos deste tipo de pescado. Só foi verificado que a temperatura do produto excedeu ligeiramente os 10°C depois de enlatado. Modo geral, as temperaturas verificadas nos controlos de lombo congelado distanciaram-se significativamente do limite estabelecido de 18°C. Sendo assim, considerou-se que o lombo congelado apresenta baixo risco de desenvolvimento de histamina.

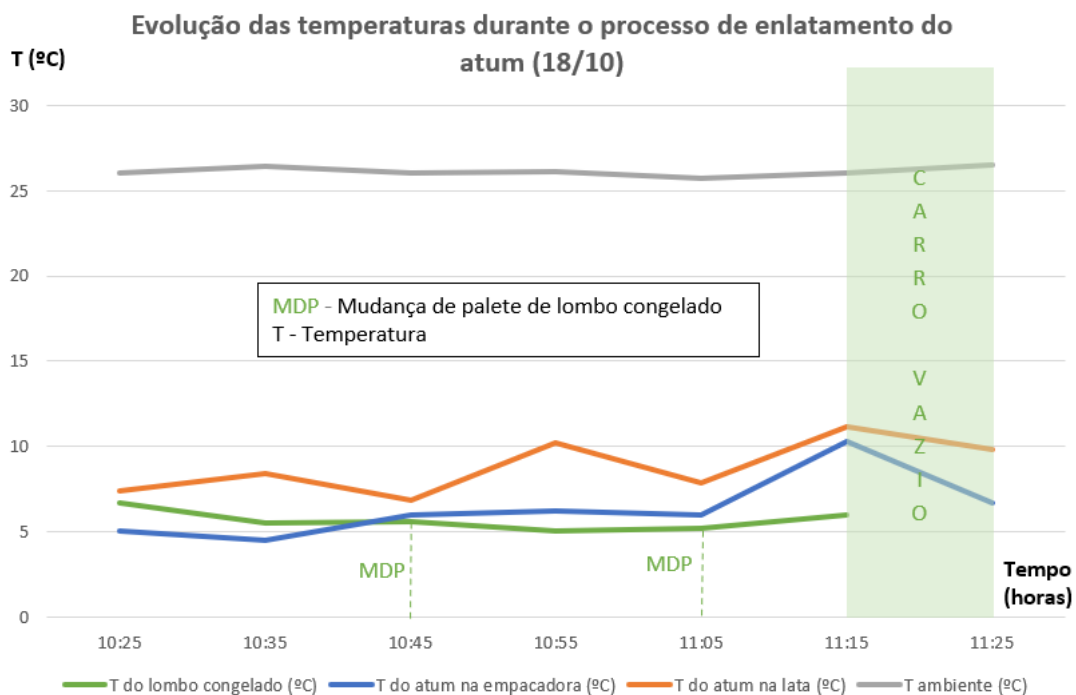


Figura 4. Evolução das temperaturas do lombo congelado ao longo do tempo numa linha de enlatamento do atum (exemplo de controlo).

O gráfico apresentado na Figura 5, referente a um processamento de lombo refrigerado e migas refrigeradas numa linha de enlatamento, demonstra que, nesta situação, as temperaturas do pescado estiveram notoriamente acima de 10°C. A temperatura das migas permaneceu sempre na casa dos 18/19°C, sendo que foram retiradas amostras para determinação de histamina no início e no fim do controlo (representado pelas setas laranjas). A temperatura dos lombos foi subindo ao longo do controlo, sendo que no início estava ligeiramente abaixo dos 15°C e no fim atingiu os 18°C, motivo pelo qual foi retirada uma amostra para histamina nesta altura (representado pela seta azul).

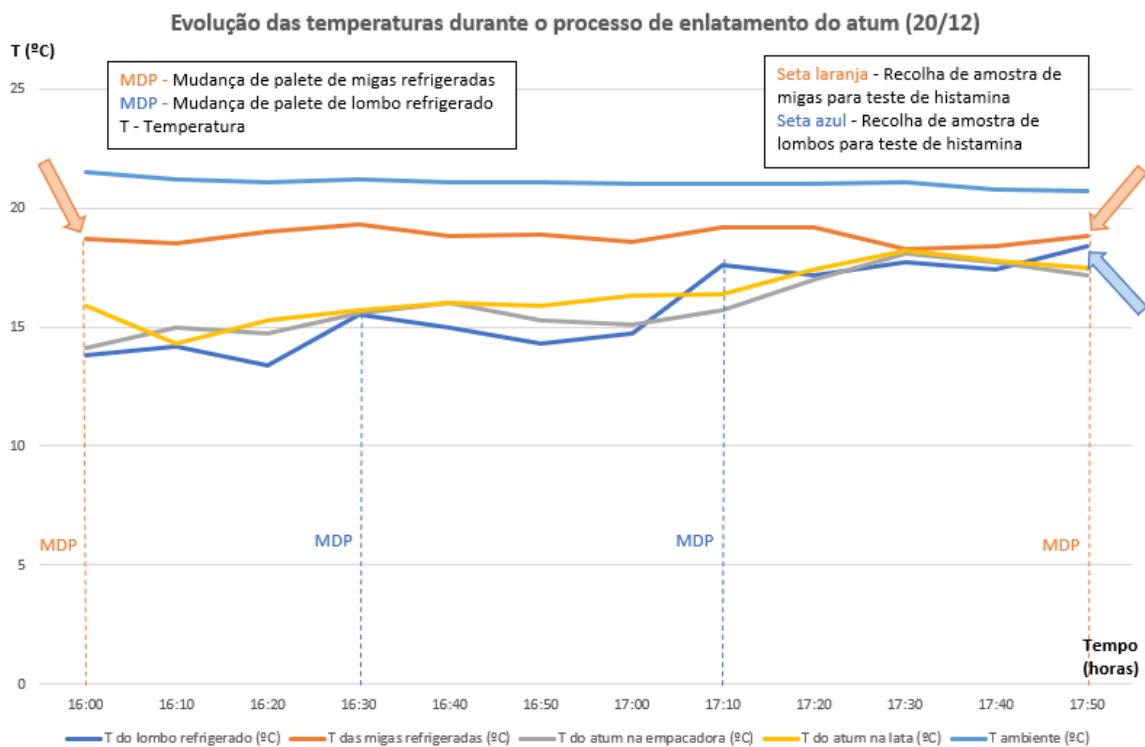


Figura 5. Evolução das temperaturas do lombo refrigerado e migas refrigeradas ao longo do tempo numa linha de enlatamento do atum (exemplo de controlo).

O exemplo citado na Figura 5 não é um exemplo representativo das temperaturas habituais, mas serve para exemplificar uma representação de quando foi indicado fazer amostragem para histamina (uma vez que se registaram temperaturas superiores a 18°C).

Através da análise da Tabela 6, é possível observar que a temperatura média dos lombos refrigerados se distanciou significativamente dos 18°C (para baixo), mas a temperatura média das migas refrigeradas está mais próxima deste limite estabelecido (ainda assim, abaixo deste limite). Sendo assim, considerou-se que o tipo de pescado que representa maior risco de desenvolvimento de histamina foi o pescado no formato de migas refrigeradas. Relativamente aos lombos refrigerados, considera-se que estes apresentaram um menor risco de desenvolvimento de histamina, mas um

maior risco comparativamente ao lombo congelado e migas congeladas. Isto porque, como já foi referido, temperaturas mais elevadas propiciam à multiplicação de bactérias formadoras de histamina e levam a um aumento da atividade das enzimas que convertem a histidina em histamina no pescado.

Tabela 6. Tratamento estatístico das temperaturas recolhidas na Poveira (linhas de enlatamento do atum).

Tipo de pescado	Temperatura Mínima	Temperatura Máxima	Temperatura média	Desvio padrão
Lombo congelado	0,8°C	11,1°C	6,6°C	2,0°C
Lombo refrigerado	1,1°C	25°C	11,3°C	5,0°C
Migas refrigeradas	5,0°C	22,9°C	14,6°C	3,9°C
Migas congeladas	3,4°C	15,9°C	9,8°C	2,8°C

3.2. Resultados de histamina

Um total de 42 amostras de atum foram testadas para a presença de histamina. Depois da colheita das amostras, estas foram imediatamente refrigeradas, de forma a assegurar que a partir desse ponto não ocorria desenvolvimento de histamina.

Como consta na Tabela 7, foram analisadas 20 amostras da *Gondola* para a presença de histamina, recolhidas em controlos de linhas escolhidos de forma aleatória. Dessas 20 amostras, de lombos ou de migas, 11 corresponderam a amostras de gaiado e 9 corresponderam a amostras de atum albacora. Das 11 amostras de gaiado, 2 revelaram resultados de histamina superiores a 5 ppm. Dessas amostras positivas, uma correspondeu a migas e outra correspondeu a lombos, sendo que as duas foram retiradas no mesmo controlo (eram da mesma linha e do mesmo lote).

Na Tabela 8, está descrito que foram testadas 22 amostras da *Poveira* para a determinação de histamina. Por, pelo menos, 22 vezes verificou-se que migas ou lombos ou lombos misturados com migas (na empacadora) apresentaram temperaturas superiores a 18°C. Pontualmente, no mesmo controlo, retirou-se mais do que uma vez amostras para histamina (porque as condições de temperatura permaneceram inadequadas). Dessas 22 amostras, de lombos ou de migas, 16 corresponderam a amostras de gaiado e 6 corresponderam a amostras de atum albacora. Todas as amostras analisadas revelaram resultados de histamina inferiores a 5 ppm.

Podemos verificar que, das 20 amostras testadas da linha de limpeza, 10% das amostras apresentaram níveis de histamina superiores a 5 ppm. Os resultados obtidos foram 23,7 ppm, correspondente a migas de atum, e 20 ppm, correspondente a lombos. Sendo assim, os resultados de histamina estão abaixo do limite máximo de 50 ppm admitido pela empresa.

Tabela 7. Amostras testadas da *Gondola* para a presença de histamina.

Espécie	Número de amostras		
	Negativas (<5 ppm*)	Positivas (≥5ppm)	TOTAL
<i>Katsuwonus pelamis</i> (gaiado)	9	2	11
<i>Thunnus albacores</i> (atum albacora)	9	0	9
TOTAL	18	2	20

*5 ppm corresponde ao limite mínimo detetável pelo método HPLC

Tabela 8. Amostras testadas da *Poveira* para a presença de histamina.

Espécie	Número de amostras		
	Negativas (<5 ppm*)	Positivas (≥5ppm)	TOTAL
<i>Katsuwonus pelamis</i> (gaiado)	16	0	16
<i>Thunnus albacores</i> (atum albacora)	6	0	6
TOTAL	22	0	22

*5 ppm corresponde ao limite mínimo detetável pelo método HPLC

O controlo no qual foram recolhidas as amostras que revelaram valores de histamina de 23,7 ppm (correspondente a migas) e 20 ppm (correspondente a lombos) está representado na Figura 6 e os dados registados durante o controlo estão na Tabela B4. O tempo de exposição das migas à temperatura ambiente não excedeu as 5 horas, foi cerca de 1 hora e 30 minutos (adicionando os 30 minutos de permanência na linha de limpeza). O tempo de exposição dos lombos à temperatura ambiente também não excedeu as 5 horas uma vez que o pescado começa a ser limpo às 7h45 da manhã, o que significa que, no máximo, os lombos permaneceram na linha 2 horas e 15 minutos. Deste modo, considerou-se que a histamina provavelmente já estaria presente na matéria-prima recebida.

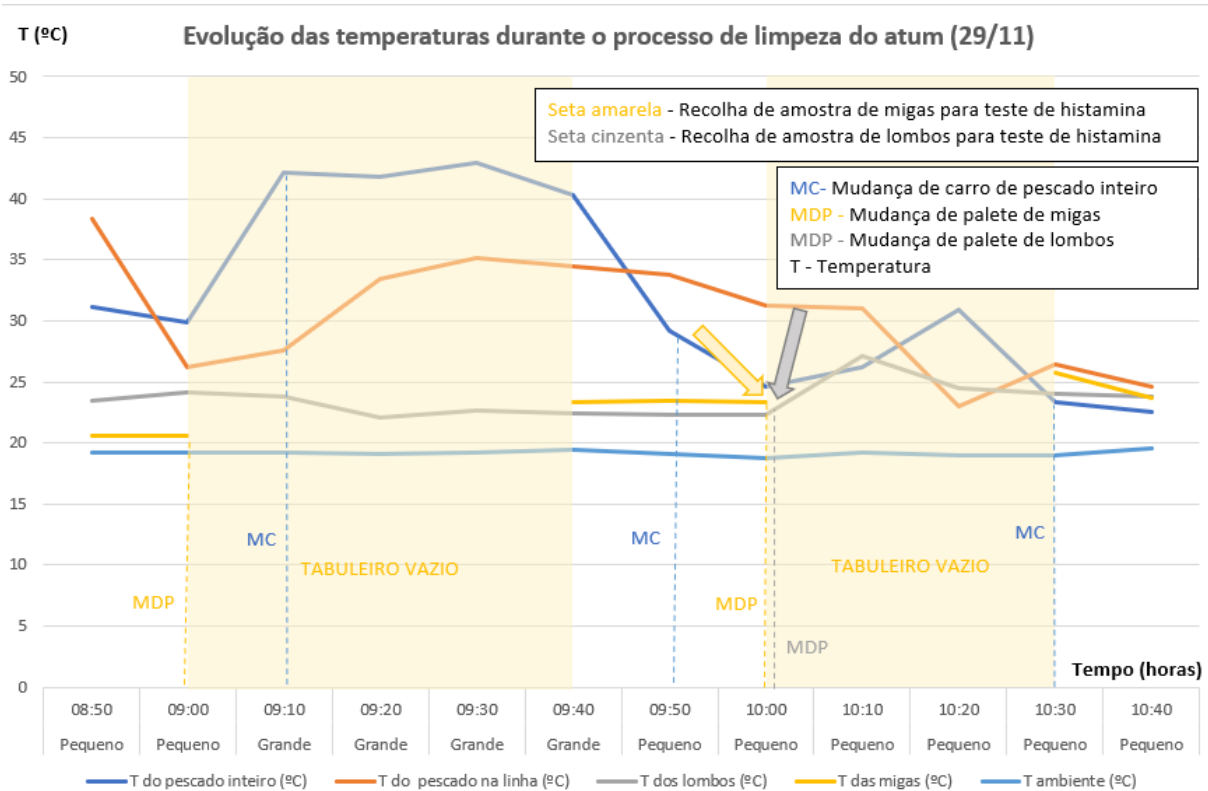


Figura 6. Evolução das temperaturas do lombo refrigerado e migas refrigeradas ao longo do tempo numa linha de limpeza do atum (exemplo de controlo).

Todos os resultados de histamina realizados demonstraram que os produtos testados estavam conformes. Ainda assim, nas linhas de limpeza do atum, foi sugerida a redução do número de cestos que compõe a paleta de lombos para metade (25 cestos, em vez de 50), de forma que as paletes ficassem expostas menos tempo à temperatura ambiente, sendo armazenadas em câmara de refrigeração mais cedo. A mesma medida foi sugerida para as paletes de migas, de maneira que, dentro da câmara de refrigeração, os cestos fossem reunidos até se comporem paletes com 25 cestos. Assim, as paletes de lombos e de migas transportadas da *Gondola* para a *Poveira* seriam menores, o que se refletiria num menor tempo de processamento das paletes nas linhas de enlatamento.

4. CONCLUSÃO

A deteção de histamina no pescado serve como um indicador da sua qualidade geral, permitindo inferir sobre a sua frescura, propriedades organoléticas, valor nutricional, higiene e segurança. Altos níveis de histamina estão frequentemente associados a produtos que foram manuseados ou armazenados de forma inadequada. Através do controlo dos tempos e das temperaturas, é possível validar as práticas ou, sempre que necessário, ajustar procedimentos para evitar o aparecimento de produtos não conformes e maximizar a qualidade das conservas.

Na Fábrica de Conservas *A Poveira* e na Unidade *La Gondola*, os tempos de exposição do atum à temperatura ambiente estiveram todos dentro do limite máximo estipulado pela FDA (12 horas no total). Quanto às temperaturas na linha de enlatamento, pontualmente registaram-se valores superiores a 18°C no pescado. No entanto, os testes de histamina realizados a estes produtos demonstraram todos valores abaixo do limite mínimo detetável pelo método HPLC (5 ppm), o que estabeleceu a conformidade dos produtos. Os testes de histamina realizados nas amostras recolhidas aleatoriamente nas linhas de limpeza do atum, demonstraram valores inferiores ao limite mínimo detetável (5 ppm), exceto em duas das amostras que, mesmo assim, revelaram valores inferiores ao limite máximo admitido pela União Europeia de 100 ppm e até mesmo inferiores ao teor máximo admitido pela empresa de 50 ppm.

Conclui-se então que, apesar dos resultados positivos, é crucial continuar a executar o plano de amostragem já estabelecido para o pescado rececionado, para o produto intermédio e para o produto final (que são as conservas de atum), de forma a garantir a deteção e rejeição de produtos contaminados. O cumprimento das boas práticas de higiene e fabrico e a implementação de um plano HACCP assumem igual importância na prevenção de contaminações por histamina.

Através do controlo dos níveis de histamina, é possível proteger a saúde do consumidor, conservar a qualidade do alimento e garantir a conformidade regulamentar. Manter o controlo adequado da temperatura e do tempo durante o manuseamento e processamento do atum é essencial para inibir o crescimento bacteriano, a atividade enzimática e, conseqüentemente, a formação de histamina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A indústria que “conserva” a história do Estado Novo | Série Ciências Sociais em Público (XXIII) - Ensaio | PÚBLICO.* (2020). Jornal Público. <https://www.publico.pt/2020/09/06/sociedade/noticia/industria-conserva-historia-estado-novo-1930110>
- Akhbarizadeh, R., Dobaradaran, S., Nabipour, I., Tajbakhsh, S., Darabi, A. H., & Spitz, J. (2020). Abundance, composition, and potential intake of microplastics in canned fish. *Marine Pollution Bulletin*, 160, 111633. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2020.111633>
- Al Ghouli, L., Abiad, M. G., Jammoul, A., Matta, J., & El Darra, N. (2020). Zinc, aluminium, tin and Bisphenol a in canned tuna fish commercialized in Lebanon and its human health risk assessment. *Heliyon*, 6(9). <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2020.E04995>
- An overview of the global tuna market | GLOBEFISH | Food and Agriculture Organization of the United Nations.* (2017). FAO. <https://www.fao.org/in-action/globefish/fishery-information/resource-detail/en/c/880744/>
- ANICP – Associação Nacional dos Industriais de Conservas de Peixe. (n.d.). Retrieved February 23, 2024, from <https://anicp.pt/>
- “As conservas de peixe estão alinhadas para o futuro” - Negócios Em Rede - Jornal de Negócios. (2023). Jornal de Negócios. <https://www.jornaldenegocios.pt/negocios-em-rede/detalhe/as-conservas-de-peixe-estao-alinhadas-para-o-futuro>
- ASAE (n.d.). Retrieved February 23, 2024, from <https://www.asae.gov.pt/seguranca-alimentar/riscos-biologicos/staphylococcus-aureus.aspx>
- ASAE (2007). ASAE. <https://www.asae.gov.pt/seguranca-alimentar/haccp.aspx>
- Blickem, E. R., Bell, J. W., Baumgartel, D. M., & Debeer, J. (2022). Review and Analysis of Tuna Recalls in the United States, 2002 through 2020. *Journal of Food Protection*, 85(1), 60–72. <https://doi.org/10.4315/JFP-21-254>
- Casalnuovo, F., Brindisi, D., Rippa, P., Ceniti, C., Ciambrone, L., Musarella, R., & Costanzo, N. (2018). Microbiological quality and safety of skipjack tuna loins (*Katsuwonus pelamis*) intended for canning. *Macedonian Veterinary Review*, 41(1), 33–37. <https://doi.org/10.1515/MACVETREV-2017-0028>
- de Lima, N. V., Arakaki, D. G., Melo, E. S. de P., Machate, D. J., & Do Nascimento, V. A. (2021). Assessment of Trace Elements Supply in Canned Tuna Fish Commercialized for Human Consumption in Brazil. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2021, Vol. 18, Page 12002, 18(22), 12002. <https://doi.org/10.3390/IJERPH182212002>
- Debeer, J., Nolte, F., Lord, C. W., Colley, J., Correa Gonzalez, G., Cox, J., & Bell, J. W. (2021). Processing Tuna, Scombridae, for Canning: A Review. *Marine Fisheries Review*, 83(3–4), 1–44. <https://doi.org/10.7755/MFR.83.3-4.1>
- Dia Nacional das Conservas de Peixe | 15 de novembro de 2023 – ANICP.* (2023). ANICP. <https://anicp.pt/dia-nacional-das-conservas-de-peixe-15-de-novembro-de-2023/>
- Dias, J., & Guillotreau, P. (2004). *Nearly two centuries of fish canning: An historical look at European exports of canned fish.*
- EUR-Lex - 02004R0853-20100715 - EN - EUR-Lex.* (2004). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A02004R0853-20100715>
- Evangelista, W. P., Silva, T. M., Guidi, L. R., Tette, P. A. S., Byrro, R. M. D., Santiago-Silva, P.,

- Fernandes, C., & Gloria, M. B. A. (2016). Quality assurance of histamine analysis in fresh and canned fish. *Food Chemistry*, 211, 100–106. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2016.05.035>
- FAO (2008). *Volume 93 GLOBEFISH RESEARCH PROGRAMME Global Production and Marketing of Canned Tuna Global Production and Marketing of Canned Tuna*. www.globefish.org
- FAO (2013). *Public health risks of histamine and other biogenic amines from fish and fishery products*. <http://www.fao.org/food/food-safety-quality/a-z-index/histamine/en/>
- FAO (n.d.). Retrieved February 23, 2024, from <https://www.fao.org/3/r6918e/R6918E01.HTM>
- Grant, F. S. (2022). *Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance June 2022 Edition*. www.ifasbooks.com
- Hassoun, A., & Karoui, R. (2017). Quality evaluation of fish and other seafood by traditional and nondestructive instrumental methods: Advantages and limitations. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(9), 1976–1998. <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1047926>
- Hussien, N. A., Mohammadein, A., Tantawy, E. M., Khattab, Y., & Al Malki, J. S. (2021). Investigating microplastics and potentially toxic elements contamination in canned Tuna, Salmon, and Sardine fishes from Taif markets, KSA. *Open Life Sciences*, 16(1), 827. <https://doi.org/10.1515/BIOL-2021-0086>
- Início da indústria conserveira em Portugal – Primeiras empresas – Conservas de Portugal by Can the Can*. (n.d.). Can the Can. Retrieved February 23, 2024, from <https://conservasdeportugal.com/inicio-da-industria-conserveira-em-portugal-metodo-appert-primeiras-empresas/>
- Jarosz, A., Grenda, T., Goldsztejn, M., Kozak, B., & Kwiatek, K. (2022). Potential Risk of Botulinum Neurotoxin -producing Clostridia Occurrence in Canned Fish. *Journal of Veterinary Research*, 66(4), 605. <https://doi.org/10.2478/JVETRES-2022-0060>
- Jornal Expresso*, (2021). *Jornal Expresso*. https://anicip.pt/wp-content/uploads/2022/01/conservas_de_peixe_2556.pdf
- Kosker, A. R., Gundogdu, S., Esatbeyoglu, T., Ayas, D., & Ozogul, F. (2023). Metal levels of canned fish sold in Türkiye: health risk assessment. *Frontiers in Nutrition*, 10. <https://doi.org/10.3389/FNUT.2023.1255857>
- Kowalska, G., Pankiewicz, U., & Kowalski, R. (2020). Determination of the Level of Selected Elements in Canned Meat and Fish and Risk Assessment for Consumer Health. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/2148794>
- Madejska, A., Pawul-Gruba, M., & Osek, J. (2022). Histamine Content in Selected Production Stages of Fish Products. *Journal of Veterinary Research*, 66(4), 599. <https://doi.org/10.2478/JVETRES-2022-0063>
- Mahmudiono, T., Fakhri, Y., Adiban, M., Sarafraz, M., & Mohamadi, S. (2023). Concentration of potential toxic elements in canned tuna fish: systematic review and health risk assessment. *International Journal of Environmental Health Research*. <https://doi.org/10.1080/09603123.2023.2264205>
- Mercogliano, R., & Santonicola, S. (2019). Scombroid fish poisoning: Factors influencing the production of histamine in tuna supply chain. A review. *LWT*, 114, 108374. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2019.108374>
- Pappalardo, A. M., Copat, C., Ferrito, V., Grasso, A., & Ferrante, M. (2017). Heavy metal content and molecular species identification in canned tuna: Insights into human food safety. *Molecular Medicine Reports*, 15(5), 3430–3437. <https://doi.org/10.3892/MMR.2017.6376>

- Pawul-Gruba, M., & Osek, J. (2021). Identification of Histamine in Fish and Fish Products in Poland During 2014–2018. *Journal of Veterinary Research*, 65(4), 483. <https://doi.org/10.2478/JVETRES-2021-0066>
- Payne, K., O'Bryan, C. A., Marcy, J. A., & Crandall, P. G. (2023). Detection and prevention of foreign material in food: A review. *Heliyon*, 9(9), 2405–8440. <https://doi.org/10.1016/J.HELİYON.2023.E19574>
- Perigos de Origem Alimentar*. (n.d.). Retrieved February 23, 2024, from <https://www.asae.gov.pt/cientifico-laboratorial/area-tecnico-cientifica/perigos-de-origem-alimentar.aspx>
- Produtos Tradicionais Portugueses - Atum em Conserva*. (n.d.). DGADR. Retrieved February 23, 2024, from <https://tradicional.dgadr.gov.pt/pt/cat/peixe-e-produtos-do-mar-rio/1037-atum-em-conserva>
- Rahmani, J., Fakhri, Y., Shahsavani, A., Bahmani, Z., Urbina, M. A., Chirumbolo, S., Keramati, H., Moradi, B., Bay, A., & Bjørklund, G. (2018). A systematic review and meta-analysis of metal concentrations in canned tuna fish in Iran and human health risk assessment. *Food and Chemical Toxicology*, 118, 753–765. <https://doi.org/10.1016/J.FCT.2018.06.023>
- Rahmani, J., Miri, A. L. I., Mohseni-Bandpei, A., Fakhri, Y., Bjørklund, G., Keramati, H., Moradi, B., Amanidaz, N., Shariatifar, N., & Khaneghah, A. M. (2018). Contamination and Prevalence of Histamine in Canned Tuna from Iran: A Systematic Review, Meta-Analysis, and Health Risk Assessment. *Journal of Food Protection*, 81(12), 2019–2027. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-18-301>
- Regulamento - 178/2002 - EN - EUR-Lex*. (2002). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex%3A32002R0178>
- Regulamento - 2073/2005 - EN - EUR-Lex*. (2005). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex%3A32005R2073>
- Regulamento - 854/2004 - EN - EUR-Lex*. (2004). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/ALL/?uri=CELEX%3A32004R0854>
- Strong global trade for canned tuna persisted throughout 2020 | GLOBEFISH | Food and Agriculture Organization of the United Nations*. (2021). FAO. <https://www.fao.org/in-action/globefish/market-reports/resource-detail/en/c/1207658/>
- Ulusoy, Ş. (2023). Determination of toxic metals in canned tuna sold in developed and developing countries: Health risk assessment associated with human consumption. *Marine Pollution Bulletin*, 187, 114518. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2022.114518>
- Visciano, P., Schirone, M., Tofalo, R., & Suzzi, G. (2014). Histamine poisoning and control measures in fish and fishery products. *Frontiers in Microbiology*, 5(SEP). <https://doi.org/10.3389/FMICB.2014.00500>
- Wu, X., & Su, Y. C. (2014). Growth of *Staphylococcus aureus* and enterotoxin production in pre-cooked tuna meat. *Food Control*, 42, 63–70. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2014.01.039>

ANEXOS

ANEXO A

Tabelas de registo de dados

Tabela A1. Exemplo de recolha de dados na Unidade La Gondola.

Data	Linha	Lote	Espécie	Tamanho	Hora	Oper	Px/carro	T (°C) inteiro	T (°C) linha	Cestos L.	T.L. (°C)	Cestos M.	T.M. (°C)	T (°C) amb	MC	MDP	HIS
11/jan	4	24/17068	SK	P	09:40	10	308	20,1	16,5	2	18,2	2	16,1	14,5			
11/jan	4	24/17068	SK	P	09:50	10	308	21,8	17,6	3	16,7	3	15,3	12,1			
11/jan	4	24/17068	SK	P	10:00	10	308	20,6	17,5	10	18,3	5	15,3	12,1			
11/jan	4	24/17068	SK	G	10:10	10	88	18,7	18,8	15	17,5	6	15,8	11,8	X		
11/jan	4	24/17068	SK	G	10:20	10	88	18,8	18,3	16	17,3	8	15,4	11,8			
11/jan	4	24/17068	SK	G	10:30	10	88	17,6	18,9	20	16,9	8	14,8	11,7			
11/jan	4	24/17068	SK	G	10:40	10	88	16	18,6	21	16,7	10	14,7	11,6			
11/jan	4	24/17068	SK	G	10:50	10	88	17,1	14,1	21	16,5	10	15	11,5			0
11/jan	4	24/17068	SK	P	11:00	10	264	16,5	16,2	29	13,5	0	n.d.	12,3	X	X (M)	
11/jan	4	24/17068	SK	P	11:10	10	264	20,2	27,2	38	16	2	14,7	12			
11/jan	4	24/17068	SK	P	11:20	10	264	21,5	25,3	40	16,2	3	13,7	10,8			0
11/jan	4	24/17068	SK	P	11:30	10	44	28,9	17,5	0	n.d.	4	14,1	13,1	X	X (L)	
11/jan	4	24/17068	SK	P	11:40	10	44	28,6	21,2	0	n.d.	0	n.d.	13,2		X (M)	
11/jan	4	24/17068	SK	P	11:50	10	44	28,1	20,3	0	n.d.	0	n.d.	14,2			
11/jan	4	24/17068	SK	P	12:00	10	44	28,5	17	7	17,2	0	n.d.	13,2			

Oper = Operadores; **Px/carro** = Pescado/carro; **T** = Temperatura; **Cestos L.** = Cestos de lombos; **T.L. (°C)** = Temperatura dos lombos; **Cestos M.** = Cestos de migas; **T.M. (°C)** = Temperatura das migas; **T (°C) amb** = Temperatura ambiente; **MC** = Mudança de carro; **MDP** = Mudança de paleta; **HIS** = Histamina.

SK = Skipjack (gaiado); P = Pequeno; G = Grande; M = Migas; L = Lombos.

Valores a verde – Resultados favoráveis.

Tabela A2. Significado das siglas/abreviaturas que constam na primeira linha da Tabela A1.

Oper	Número de operadoras a realizar a limpeza do atum na linha.
Px/carro	Quantidade de peças de pescado inicial por cada carro que transporta o pescado inteiro. Varia consoante o tamanho do pescado (grande, médio ou pequeno). Para calcular, multiplica-se o nº de peças que está em cada parrilha pelo nº de parrilhas que se encontram no carro (é constante – 44 parrilhas).
T (°C) inteiro	Temperatura do pescado quando ainda está inteiro, antes de entrar na linha de limpeza. Medida ao nível da espinha.
T (°C) linha	Temperatura do pescado, em processo de limpeza, enquanto está no tapete rolante em direção ao fim da linha.
Cestos L.	Número de cestos de lombos presentes na palete que está no fim da linha.
T.L. (°C)	Temperatura dos lombos na palete (sempre medida no cesto que está há mais tempo na palete – primeiro cesto a ser colocado lá).
Cestos M.	Número de cestos de migas presentes na plataforma de inox no fim da linha.
T.M. (°C)	Temperatura das migas na plataforma (sempre medida no cesto que está há mais tempo na plataforma – primeiro cesto a ser colocado lá).
T (°C) amb	Temperatura ambiente.
MC	Mudança de carro com pescado inteiro que está no início da linha. Ocorre quando o carro anterior terminou.
MDP	Mudança de palete que está no fim da linha. Ocorre quando a palete anterior está completa (habitualmente com 50 cestos no caso dos lombos). Também utilizada para registar a retirada das migas (costuma ocorrer quando o tabuleiro tem cerca de 7 cestos de migas, mas é muito variável).
HIS	Níveis de histamina do pescado sujeito a análise.

Tabela A3. Exemplo de recolha de dados na Poveira.

Data	Linha	Lote	Formato lata	Espécie	Hora	Oper	Tipo 1	C1	Tipo 2	C2	T (°C) tipo 1	T (°C) tipo 2	T (°C) empacadora	T (°C) lata	T (°C) amb	MDP	HIS
9/jan	4	24/17053	RR125	SK	16:05	2	LC	62	MC	19	8,9	13,5	15,3	9,7	19		
9/jan	4	24/17053	RR125	SK	16:15	2	LC	54	MC	17	9,5	13,7	14,1	12,8	23,1		
9/jan	4	24/17053	RR125	SK	16:25	2	LC	49	MC	16	8,8	13,4	8,3	10,1	22,2		
9/jan	4	24/17053	RR125	SK	16:35	2	LC	38	MC	15	8,9	14,7	12,3	10,2	20,9		
9/jan	4	24/17053	RR125	SK	16:45	2	LC	23	MC	14	9,8	13,4	12	11,9	20,8		
9/jan	4	24/17053	RR125	SK	16:55	2	LC	5	MC	11	10,4	12,7	11,1	11,8	20,6		
9/jan	4	24/17053	RR125	SK	17:05	2	LC	64	MC	17	6,9	12,6	5,9	9,1	20,4	X (LC)	
9/jan	4	24/17053	RR125	SK	17:15	2	LC	52	MC	7	7	11,8	6,6	8,8	20,4		
9/jan	4	24/17053	RR125	SK	17:25	2	LC	36	MC	5	8,5	15,9	10,7	9,1	20		
9/jan	4	24/17053	RR125	SK	17:35	2	LC	25	MC	4	7,8	13,3	15,4	14,4	20,3		
9/jan	4	24/17053	RR125	SK	17:45	2	LC	3	MC	1	10,1	14,2	14,5	13,1	20,8		0

Oper = Operadores; **C1** = Custos do tipo 1; **C2**= Custos do tipo 2; **T** = Temperatura; **T (°C) amb** = Temperatura ambiente; **MDP** = Mudança de palete; **HIS** = Histamina. SK = Skipjack (gaiado); LC = Lombo congelado; MC = Migas congeladas. Valores a verde – Resultados favoráveis.

Tabela A4. Significado das siglas/abreviaturas que constam na primeira linha da Tabela A3.

Oper	Número de operadoras na linha, que inclui a operadora que vira os cestos de pescado na mesa de inox da empacadora e a operadora que o coloca dentro da empacadora. Quando é 1,5, significa que a operadora que vira o pescado está a trabalhar em 2 linhas em simultâneo.
Tipo 1 e Tipo 2	Cada tipo corresponde a um dos tipos de pescado que está a ser trabalhado (por exemplo se estiverem a juntar LR e MR, o tipo 1 corresponde aos LR e o tipo 2 às MR). L=lombos; M=migas; R=refrigerado; C=congelado.
C1 e C2	Número de cestos presentes na palete que contém o pescado tipo 1/2. No caso dos lombos, o a quantidade de cestos inicial é, habitualmente, 50. No caso das migas, a quantidade de cestos varia muito, dependendo se vem diretamente da máquina que desfaz as barrigas, da máquina que desfaz as migas congeladas ou da câmara de refrigeração (neste último caso também costumam ser 50 cestos por palete).
T (°C) tipo 1 e T (°C) tipo 2	Temperatura do pescado do próximo cesto a ser virado na empacadora, do tipo de pescado 1 e do tipo de pescado 2.
T (°C) empacadora	Temperatura do pescado na mesa da empacadora.
T (°C) lata	Temperatura do atum na lata, antes de seguir na linha para colocação da cobertura.
T (°C) amb	Temperatura ambiente.
MDP	Mudança de palete de pescado, que ocorre quando a anterior terminou. Para identificar qual o pescado presente na palete que acabou, este é colocado entre parêntesis. Também serve para identificar a mudança de carro que contém os lombos congelados embalados em bolsa plástica (costuma ter 72 bolsas de lombo congelado). Ocorre quando o carro anterior terminou.
HIS	Nível de histamina detetado no pescado sujeito a análise.

ANEXO B

Tabelas com os dados dos gráficos

Tabela B1. Dados referentes ao gráfico da Figura 3.

Tamanho	Hora	Oper	T (°C) inteiro	T (°C) linha	Cestos L.	T.L. (°C)	Cestos M.	T.M. (°C)	T (°C) amb	MC	MDP	HIS
P	09:25	11	22,3	24,2	31	13	4	13,3	14,1			
P	09:35	11	24,2	22,4	31	13,1	5	13,4	12,8			
P	09:45	11	26,6	19,7	37	13	1	14,9	12,7		X (M)	
G	09:55	11	37,4	20,9	49	13	2	15	12,2	X		
G	10:05	11	38,5	22,3	1	20,1	2	15,1	12,6		X (L)	
G	10:15	11	36,4	25,5	8	19,1	4	15,3	13,6			
G	10:25	11	31,1	22,8	10	17,4	7	15,3	12,8		X (M)	
G	10:35	11	33,3	30	12	24,3	0	n.d.	15,8			
G	10:45	11	26,1	27,8	14	25,3	0	n.d.	13	X		
Md	10:55	11	25,5	22	15	23,7	3	18,4	16,1			
Md	11:05	11	22,1	26,2	17	23,2	3	17,6	15			
Md	11:15	11	27,1	23,2	17	21,6	3	17,5	15,4			
Md	11:25	11	22,6	23,5	28	21,5	3	18,2	14,7	X		
P	11:35	11	19,5	24,2	29	18,6	3	18	16,3			
P	11:45	11	16,2	20,8	31	16,7	4	17,8	16,3			
P	11:55	11	19,1	19,4	32	16,1	4	17,8	14,4			
P	12:05	11	24,6	18,8	38	16,4	8	17,8	17,5		X (M)	0 (M)
P	12:15	11	23	19,3	50	16,9	0	n.d.	15,2		X (L)	0 (L)

Oper = Operadores; **T** = Temperatura; **Cestos L.** = Cestos de lombos; **T.L. (°C)** = Temperatura dos lombos;

Cestos M. = Cestos de migas; **T.M. (°C)** = Temperatura das migas; **T (°C) amb** = Temperatura ambiente;

MC = Mudança de carro; **MDP** = Mudança de palete; **HIS** = Histamina.

P = Pequeno; G = Grande; Md = Médio; M = Migas; L = Lombos; n.d. = não disponível.

Valores a verde – Resultados favoráveis.

Tabela B2. Dados referentes ao gráfico da Figura 4.

Hora	Oper	Tipo1	C1	T (°C) tipo 1	T pescado (°C) empacadora	T (°C) lata	T (°C) amb	MDP	HIS
10:25	1,5	LC	61	6,7	5,1	7,4	26		
10:35	1,5	LC	29	5,5	4,5	8,4	26,4		
10:45	1,5	LC	70	5,6	6	6,9	26	X	
10:55	1,5	LC	39	5,1	6,2	10,2	26,1		
11:05	1,5	LC	68	5,2	6	7,9	25,7	X	
11:15	1,5	LC	26	6	10,3	11,2	26		
11:25	1,5	LC	0	n.d.	6,7	9,8	26,5		

Oper = Operadores; **C1** = Cestos do tipo 1; **T** = Temperatura;

T (°C) amb = Temperatura ambiente; **MDP** = Mudança de palete; **HIS** = Histamina.

LC = Lombo congelado; n.d. = não disponível.

Tabela B3. Dados referentes ao gráfico da Figura 5.

Hora	Oper	Tipo1	C1	Tipo2	C2	T (°C) tipo 1	T (°C) tipo 2	T (°C) empacadora	T (°C) lata	T (°C) amb	MDP	HIS
16:00	2	LR	19	MR	48	13,8	18,7	14,1	15,9	21,5		0 (M)
16:10	2	LR	10	MR	45	14,2	18,5	15	14,3	21,2		
16:20	2	LR	3	MR	42	13,4	19	14,7	15,3	21,1		
16:30	2	LR	36	MR	39	15,5	19,3	15,6	15,7	21,2	X (L)	
16:40	2	LR	36	MR	36	15	18,8	16	16	21,1		
16:50	2	LR	32	MR	35	14,3	18,9	15,3	15,9	21,1		
17:00	2	LR	9	MR	25	14,7	18,6	15,1	16,3	21		
17:10	2	LR	45	MR	20	17,6	19,2	15,7	16,4	21	X (L)	
17:20	2	LR	42	MR	17	17,2	19,2	17	17,4	21		
17:30	2	LR	31	MR	12	17,7	18,3	18,1	18,2	21,1		
17:40	2	LR	25	MR	8	17,4	18,4	17,7	17,8	20,8		
17:50	2	LR	18	MR	2	18,4	18,8	17,2	17,5	20,7		0 (M e L)

Oper = Operadores; **C1** = Cestos do tipo 1; **C2** = Cestos do tipo 2; **T** = Temperatura; **T (°C) amb** = Temperatura ambiente; **MDP** = Mudança de paleta; **HIS** = Histamina.
 LR = Lombo refrigerado; MR = Migas refrigeradas; L = Lombos; M = Migas.
 Valores a verde – Resultados favoráveis.

Tabela B4. Dados referentes ao gráfico da Figura 6.

Tamanho	Hora	Oper	T (°C) inteiro	T (°C) linha	Cestos L.	T.L. (°C)	Cestos M.	T.M. (°C)	T (°C) amb	MC	MDP	HIS
P	08:50	14	31,1	38,3	14	23,4	1	20,6	19,2			
P	09:00	14	29,9	26,2	25	24,2	6	20,6	19,2			
G	09:10	14	42,1	27,6	29	23,8	0	n.d.	19,2	X		
G	09:20	14	41,8	33,4	30	22,1	0	n.d.	19,1			
G	09:30	14	42,9	35,1	30	22,6	0	n.d.	19,2			
G	09:40	14	40,3	34,5	38	22,4	3	23,3	19,4			
P	09:50	14	29,2	33,8	42	22,3	3	23,4	19,1	X		
P	10:00	14	24,6	31,3	45	22,3	4	23,3	18,7		X (M e L)	23,7 (M) e 20 (L)
P	10:10	14	26,2	31	5	27,1	0	n.d.	19,2			
P	10:20	14	30,9	23	8	24,5	0	n.d.	19			
P	10:30	14	23,3	26,4	12	24	2	25,7	19	X		
P	10:40	14	22,5	24,6	12	23,8	2	23,7	19,6			

Oper = Operadores; **T** = Temperatura; **Cestos L.** = Cestos de lombos; **T.L. (°C)** = Temperatura dos lombos; **Cestos M.** = Cestos de migas; **T.M. (°C)** = Temperatura das migas; **T (°C) amb** = Temperatura ambiente; **MC** = Mudança de carro; **MDP** = Mudança de paleta; **HIS** = Histamina.
 P = Pequeno; G = Grande; M = Migas; L = Lombos; n.d. = não disponível.
 Valores a verde – Resultados favoráveis.

Avaliação e gestão do risco de desenvolvimento de histamina nas linhas de processamento de conservas de atum

Ana Isabel Moreira Cruz

ICBAS

