

Stephany Eloiza Miranda Dantas
Ana Terra de Medeiros Felipe
Alliny Samara Lopes de Lima
Luiz da Silva Ferreira Junior
Márcia Regina da Silva Pedrini
Kátia Nicolau Matsui

PRODUÇÃO DE HAMBÚRGUER A PARTIR DO APROVEITAMENTO DE APARAS DE ATUM (*Thunnus spp.*)

2025



Stephany Eloiza Miranda Dantas
Ana Terra de Medeiros Felipe
Alliny Samara Lopes de Lima
Luiz da Silva Ferreira Junior
Márcia Regina da Silva Pedrini
Kátia Nicolau Matsui

**PRODUÇÃO DE HAMBÚRGUER A PARTIR DO
APROVEITAMENTO DE APARAS DE ATUM
(*THUNNUS* spp.)**

Editor Chefe: Prof. Dr. Patrício Moreira de Araújo Filho

Edição e Diagramação: Eduardo Mendonça Pinheiro

Edição de Arte: Marcos Clyver dos Santos Oliveira

Bibliotecária: Rayssa Cristhália Viana da Silva – CRB-13/904

Revisão: Autores

Conselho Editorial

Dr^a Aurea Maria Barbosa de Sousa

Dr. Saulo José Figueiredo Mendes

Dr. Leonardo França da Silva

Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dr^a Gerbeli de Mattos Salgado Mochel

Dr^a Thais Roseli Corrêa

Dr. Elmo de Sena Ferreira Junior

Dr^a Michela Costa Batista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

O48c

Dantas, Stephany Eloiza Miranda; Felipe, Ana Terra de Medeiros; Lima, Alliny Samara Lopes de; Ferreira Junior, Luiz da Silva; Pedrini, Márcia Regina da Silva; Matsui, Kátia Nicolau

Produção de hambúrguer a partir do aproveitamento de aparas de atum (*Thunnus spp.*) / Stephany Eloiza Miranda Dantas et al. — São Luís: Editora Pascal, 2025.

66 f. : il.:

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-6068-159-0

D.O.I.: 10.29327/5587778

1. Carne de atum. 2. Hamburguer. 3. Aparas. 4. Processamento. I. Dantas, Stephany Eloiza Miranda. II. Felipe, Ana Terra de Medeiros. III. Lima, Alliny Samara Lopes de. IV. Ferreira Junior, Luiz da Silva. V. Pedrini, Márcia Regina da Silva. VI. Matsui, Kátia Nicolau. VII. Título.

CDU: 637.5:639.3:664:628.4

Qualquer parte deste livro poderá ser reproduzida ou transmitida, sejam quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros, desde que seja citado o autor.

PREFÁCIO

A produção de alimentos no século XXI enfrenta o grande desafio de conciliar a segurança alimentar, o aproveitamento integral dos recursos e a sustentabilidade dos processos. Neste contexto, o livro “Produção de Hambúrguer a partir do Aproveitamento de Aparas de Atum (*Thunnus* spp.)” se apresenta como uma contribuição significativa para a ciência, a indústria e a sociedade.

Esta obra nasce do propósito de valorizar os resíduos gerados na cadeia do pescado, em especial, as aparas de atum, transformando-os em um produto nutritivo, seguro, atrativo ao consumidor e economicamente viável: o hambúrguer de atum.

O leitor encontrará aqui não apenas uma descrição minuciosa do processamento tecnológico envolvido na formulação do produto, mas também reflexões sobre a qualidade da matéria-prima, os desafios de segurança alimentar, os parâmetros legais, os princípios de boas práticas de fabricação, e os cálculos fundamentais de balanço de massa e energia aplicados a uma indústria real. O livro une teoria e prática de forma clara, objetiva e acessível, sendo de grande utilidade tanto para profissionais da área de alimentos quanto para estudantes, empreendedores e formuladores de políticas públicas.

Ao abordar um tema atual e necessário, o aproveitamento de subprodutos para minimizar perdas e agregar valor, os autores contribuem para a construção de uma indústria alimentícia mais inteligente, circular e responsável. O trabalho aqui apresentado se alinha com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), promovendo inovação com impacto social, econômico e ambiental positivo.

Mais do que um guia técnico, esta obra é um convite à inovação com propósito. Ao demonstrar como resíduos podem se tornar oportunidades, os autores nos lembram que a ciência aplicada com responsabilidade é uma poderosa ferramenta de transformação. Que esta leitura inspire novas práticas, incentive o uso consciente dos recursos e fortaleça o compromisso coletivo com um futuro alimentar mais justo, seguro e sustentável.

Ana Terra de Medeiros Felipe

Doutoranda em Engenharia Química, UFRN

AUTORES

Stephany Eloiza Miranda Dantas

Graduada em Engenharia de Alimentos na Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. Pesquisadora e integrante do Laboratório de Bioprocessos - LABIO.

Ana Terra de Medeiros Felipe

Doutoranda em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) com atuação no Laboratório de Controle de Qualidade (LEA/UFRN) desenvolvendo pesquisas nas áreas de Ciência e Tecnologia de Alimentos e Ciências Exatas e da Terra, com foco em sustentabilidade, valorização de resíduos agroindustriais e marinhos, desenvolvimento de embalagens e aplicação da Análise de Ciclo de Vida (ACV). Mestre em Engenharia Química pela UFRN (2025), com ênfase na caracterização de macroalgas locais como fonte alternativa de materiais celulósicos para aplicações de embalagens sustentáveis. Coursou como bolsista do programa ERASMUS, o Master internacional em Ciências dos Alimentos e Nutrição - SUFFICIENT (Sustainable Food Formulation: Innovation, Choice of Ingredients; Energy, Nutrition Trade challenges) pelo Institut Agro Dijon (França, 2022) com foco na formulação de alimentos sustentáveis. Possui dupla formação em Engenharia de Alimentos (UFRN, 2022) e Nutrição (Universidade Potiguar, 2019), além de dupla especialização em Tecnologia de Processos e em Tecnologia de Alimentos (Universidade Pitágoras Unopar Anhanguera, 2024). Foi bolsista do programa Ciência sem Fronteiras, no Department of Chemical and Process Engineering da POSTECH (Pohang University of Science and Technology) na Coreia do Sul (2014-2015), atuando com tecnologias aplicadas à engenharia de processos e biotecnologia. Tem experiência em projetos interdisciplinares voltados à inovação tecnológica, economia circular e desenvolvimento de produtos sustentáveis para o setor agroalimentar. Na iniciativa privada, foi fundadora e diretora geral de uma padaria artesanal (Pão da Terra) com foco em fermentação natural, utilizando ingredientes orgânicos certificados, aplicando conceitos de rastreabilidade, nutrição funcional e sustentabilidade na cadeia produtiva.

Alliny Samara Lopes de Lima

Graduada em Engenharia de Alimentos (2022) pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), com período de graduação sanduíche no Institut AgroDijon, França (2021-2022). Atualmente é mestranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química (PPGEQ/UFRN), atuando no Laboratório de Bioprocessos (Labio/LEA/DEQ/UFRN). Possui experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Bioprocessos e Microbiologia de Alimentos, desenvolvendo pesquisas nos seguintes temas: Bebidas Fermentadas, Secagem por Spray Dryer, Valorização de Resíduos Agroindustriais e Obtenção de Compostos Bioativos.

Luiz da Silva Ferreira Junior

Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2021). Atualmente é aluno do mestrado de Eng. Química e discente de graduação de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Alimentos e bebidas.

Márcia Regina da Silva Pedrini

Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina (1991), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (1997) e doutorado em Engenharia Química pela The University of Queensland (2003), pós doutorado em Engenharia Química na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2005); pós doutorado em Processos Alimentícios e Microbiológicos no Institut Agro Dijon (2011). Atualmente é professor titular da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos e Biotecnologia.

Kátia Nicolau Matsui

Formada em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina (2000). Mestre em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina (2002) na área de aproveitamento de resíduos agroindustriais para o desenvolvimento de embalagens biodegradáveis, Doutor em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (2006), na área de tratamento térmico por micro-ondas de alimentos líquidos - inativação enzimática. No período entre ago/2006 e jun/2010 foi docente da Faculdade de Tecnologia Oswaldo Cruz e da Escola Superior de Química Oswaldo Cruz. Entre nov. 2007 e out. 2009 foi bolsista de Pós Doutorado Empresarial (CNPq) na área de incorporação de extratos naturais em polipropileno para utilização em embalagens inteligentes na antiga Quattor S.A., Mauá-SP. Desde agosto de 2010 exerce o cargo de Professora Associada no curso de Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, ministrando as seguintes disciplinas: Controle de Qualidade na Indústria de Alimentos; Operações Unitárias II; Princípios dos Processos Químicos para a Indústria de Alimentos; Tecnologia de Embalagens; Introdução à Engenharia de Alimentos. Na pesquisa atua nas linhas de desenvolvimento de matrizes poliméricas biodegradáveis, valorização de resíduos agroindustriais, caracterização de compostos bioativos e desenvolvimento de materiais com potencialidades para embalagens ativas e/ou inteligentes.

RESUMO

A crescente conscientização sobre alimentação saudável e sustentável impulsiona inovações na produção de alimentos. O consumo de pescado é valorizado por benefícios à saúde, incluindo proteínas, vitaminas, minerais e ácidos graxos ômega-3. Entre os pescados mais consumidos e valorizados mundialmente está o atum, apreciado por sua carne, pode ser comercializado fresco, congelado ou enlatado. No Brasil, cerca de 39% das capturas são feitas por embarcações de médio porte, principalmente nas regiões Sudeste e Nordeste. O mercado de pescado tem potencial no segmento de hambúrgueres, por ser um alimento de referência nutricional e com maior apelo para a questão de sustentabilidade, pois leva em consideração a necessidade de grandes áreas para a criação de outros tipos de fonte de proteína animal. Aliado a isso, as indústrias de atum geram aparas em algumas etapas de processamento, que são pequenos pedaços de atum muitas vezes inutilizado comercialmente. Elas são ricas em nutrientes e podem ser usadas na produção de novos produtos, contribuindo com a segurança alimentar e agregando valor ao pescado. Mediante a isso, este trabalho teve por objetivo demonstrar através de fluxogramas e da descrição do processo, a produção de hambúrguer a partir de aparas geradas nas etapas de classificação e filetagem em uma empresa que processa atum. Através do balanço de massa foi realizada a estimativa diária de 109,61 kg de aparas para a produção de 1254 hambúrgueres de atum. O balanço de energia nas etapas de congelamento e de armazenamento demonstraram a necessidade de retirar calor na ordem de 4100,6 kW e 4105,1 kW, respectivamente. Também se realizou uma análise econômica para precificação do produto e a avaliação dos resíduos gerados durante o processamento para a destinação adequada.

Palavras-chave: Carne de atum; Hambúrguer; Aparas; Processamento

ABSTRACT

Growing awareness of healthy and sustainable habits drives innovations in food production. Fish consumption is valued for health benefits, including proteins, vitamins, minerals, and omega-3 fatty acids. Among the most consumed and valued fish worldwide is tuna, appreciated for its meat, can be marketed fresh, frozen, or canned. In Brazil, about 39% of catches in Brazil are made by medium-sized vessels, mainly in the Southeast and Northeast regions. The fish market has potential in the hamburgers segment, as it is a nutritional reference food and with a propensity for greater sustainability compared to meat processing plants of other types of animal protein. Allied to this, the tuna industries during some stages of their processing generate trimmings, small pieces of tuna meat often not used commercially. They are rich in nutrients and can be used in the production of new products, contributing to food security, and adding value to fish. Thus, this work aimed to demonstrate through flowcharts and process description, the production of tuna burgers from trimmings generated in the stages of classification and filleting in a tuna company. Through the mass balance was made the daily estimate of 109,61 kg of trimmings to produce 1254 tuna burgers. The energy balance in the freezing and storage stages showed the need to remove heat in the order of 4100,6 kW and 4105,1 kW, respectively. It was also carried out an economic analysis for product pricing and the evaluation of waste generated through processing for proper disposal.

Keywords: Tuna meat, Hamburger, Trimmings, Processing

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	10
<i>INTRODUÇÃO</i>	
CAPÍTULO 2	12
<i>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</i>	
CAPÍTULO 3	19
<i>ELABORAÇÃO DO HAMBÚRGUER DE ATUM</i>	
CAPÍTULO 4	34
<i>LAYOUT SIMPLIFICADO</i>	
CAPÍTULO 5	37
<i>BALANÇO DE MASSA E ENERGIA</i>	
CAPÍTULO 6	51
<i>ANÁLISE ECONÔMICA</i>	
CAPÍTULO 7	56
<i>TRATAMENTO DE RESÍDUOS</i>	
CAPÍTULO 8	59
<i>CONSIDERAÇÕES FINAIS</i>	
REFERÊNCIAS	61

Produção de hambúrguer a partir do aproveitamento de
aparas de atum (*Thunnus* spp.)



INTRODUÇÃO

A crescente conscientização sobre a importância de uma alimentação saudável e sustentável tem impulsionado a busca por alternativas inovadoras na produção de alimentos. O consumo de pescado, em particular, tem sido amplamente reconhecido por seus benefícios à saúde, pela qualidade de suas proteínas, vitaminas, minerais e pela presença de ácidos graxos ômega-3 (EPA e DHA), associados à saúde cardiovascular e desenvolvimento inicial humano (SARTORI; AMANCIO, 2012). O consumo médio de peixes por pessoa em todo o mundo atingiu um patamar inédito de 20,5 kg ao ano em 2020 e a expectativa é que continue a crescer na próxima década, destacando a importância crucial dos peixes na segurança alimentar e nutricional global (FAO, 2023).

O Atum (*Thunnus spp.*), um dos pescados mais valiosos globalmente, se destaca pela sua carne altamente apreciada, consumida preferencialmente sob a forma de sashimi e através dos produtos enlatados (OLIVEIRA, 2009). A pesca de atum de todos os tipos atingiu um pico em 2018, totalizando aproximadamente 7,9 milhões de toneladas, e atualmente, cerca de dois terços dessas populações de atum são capturados de maneira biologicamente sustentável (FAO, 2023).

A importância da qualidade da carne do atum desde o momento da captura é fundamental para garantir a excelência do produto final, seja ele fresco, congelado, ou transformado em produtos processados. Depende também de diversos fatores, como frescor, textura e teor de gordura, os quais estão ligados a diferentes aspectos, incluindo a captura, como armazenamento, sazonalidade, método de pesca (vivo ou pós-morte), peso e ano de obtenção (NÓBREGA; MENDES; MENDES, 2014). Após o abate, condições inadequadas de manuseio e armazenamento podem levar ao aumento dos níveis de histamina na carne de peixes da família *Scombridae*, como o atum. A histamina é uma substância química que, em excesso, pode causar problemas de saúde quando o peixe é consumido (SOUZA *et al.*, 2015).

Durante o processamento do atum, em algumas etapas como a classificação e filetagem são geradas aparas do pescado, pequenas quantidades de carne que podem ser aproveitadas para um novo produto. Dentre os pescados, as aparas de tilápia são as mais aproveitadas para elaboração de outros produtos. Saccomani (2015), adquiriu aparas em forma de “V” durante o processo de filetagem de tilápia e incorporou no processo de fabricação de hambúrgueres de carne bovina.

Conforme a indústria avança em direção à sustentabilidade, o aproveitamento responsável de produtos se torna crucial, reduzindo o desperdício e fortalecendo a cadeia alimentar (FAO, 2023). Ajudando a atingir as metas globais da OMS para combater a desnutrição até 2030, e também está em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), contribuindo para combater a fome, promover a segurança alimentar e melhorar a nutrição. Com base nisso, o objetivo deste estudo foi aproveitar parte da carne nobre do atum não destinado para a comercialização, as aparas, para ser a matéria-prima principal de um produto alimentício industrializado, o hambúrguer. Por ser um produto conveniente, saboroso e acessível para as pessoas, sendo incorporados em praticamente todas as refeições, contêm nutrientes que proporcionam uma sensação de saciedade rápida e estão alinhados com o estilo de vida dos consumidores contemporâneos.

O processamento do hambúrguer de atum é apresentado através de fluxogramas e descrição do processo, demonstrando a importância da qualidade da carne do atum desde a captura até a formulação do produto final. Essa metodologia estruturada busca oferecer uma análise organizada de todo o ciclo de produção do alimento, abrangendo elementos essenciais, como garantia de qualidade, segurança alimentar e eficiência na utilização de recursos.

Produção de hambúrguer a partir do aproveitamento de
aparas de atum (*Thunnus* spp.)



REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Carne de Atum (*Thunnus* spp.)

Os atuns, membros da família *Scombridae*, desempenham um papel significativo na indústria de alimentos devido à sua diversidade de espécies com alto valor comercial. De acordo com a *Food and Agricultural Organization* (FAO) (2023), existem oito espécies distintas do gênero *Thunnus*, dentre estas, merecem destaque a albacora bandolim (*Thunnus obesus*), albacora branca (*Thunnus alalunga*), albacora azul (*Thunnus thynnus*), e albacora laje (*Thunnus albacares*). É importante observar que essas espécies desempenham um papel vital na indústria de alimentos, contribuindo significativamente para a produção global de pescado. De acordo com estudos realizados por Bril *et al.* (2005), as espécies mencionadas anteriormente são responsáveis por aproximadamente 80% das capturas totais de atuns dentro do gênero *Thunnus*. Esse fato ressalta sua relevância para a economia global.

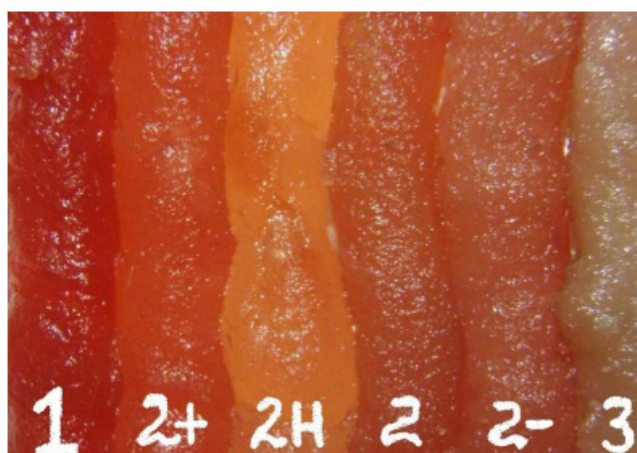
A definição da carne atum fresco está intrinsecamente relacionada à origem do produto, que deve ser proveniente de espécies saudáveis e de qualidade. Para a avaliação desta matéria-prima a bordo, quanto às suas características organolépticas, tem-se como base o RIISPOA (Decreto N° 10.468, de 2020), o Regulamento Técnico de identidade e Qualidade de Peixe Fresco (RTIQ) contido na Portaria MAPA n° 185/1997 e o Regulamento CE n° 2406/1996. A qualidade do atum baseia-se na análise de parâmetros relacionados à sua composição, incluindo o nível de frescor, textura e gordura. Esses fatores podem ser influenciados pelo processo de captura, como o período de pesca, o procedimento de armazenamento, a sazonalidade, o método de captura (vivo ou pós morte), o peso e ano de obtenção (NÓBREGA; MENDES; MENDES, 2014).

Para assegurar uma captura adequada e prevenir a contaminação em embarcações de pesca, é crucial que se adote procedimentos críticos durante o manuseio. Isso envolve a otimização do tempo e o controle da temperatura (GALVÃO, 2010). Algumas práticas recomendadas para aprimorar a qualidade do pescado durante o manuseio incluem a sangria, evisceração, lavagem, o resfriamento e o acondicionamento a baixas temperaturas. Além disso, é aconselhável o ensacamento, que envolve cobrir o peixe com tecido de algodão para evitar danos à pele causados por arranhões e o impacto do frio (LIRA; NÓBREGA; OLIVEIRA, 2017). Empresas que trabalham sob Sistema de Inspeção Federal (SIF) devem receber peixes de embarcações pesqueiras com Certificado de Registro e Autorização de Pesca em dia, constando o número do Registro Geral de Pesca (RGP). Além disso, necessitam manter Programas de Autocontrole a bordo, para garantia da qualidade da matéria-prima fornecida. Essas Boas Práticas a bordo das embarcações têm como base legal a Portaria n° 408, de 08 de outubro de 2021 e na Portaria SAP/MAPA N° 310/2020.

Segundo Y. Bu *et al* (2022) a cor é um importante traço de qualidade que determina a aceitabilidade do atum no mercado. A cor vermelha característica do pescado fresco deve-se à concentração de mioglobina, que sob condições de armazenamento prolongado ou congelamento torna-se marrom, devido à produção excessiva de metamioglobina, cor que afeta negativamente as decisões de compra dos consumidores. Através da retirada de uma amostra do músculo da carne do atum que pode ser avaliada a sua qualidade. Os parâmetros observados são a cor, textura da carne, brilho, estrutura do corpo, transparência e conteúdo de gordura. Podem ser classificados como tipo “1, 2+, 2H, 2, 2- e 3”, em ordem decrescente de qualidade, sendo o tipo “1” o que apresenta cor vermelha intensa e brilhante, corpo em bom estado de conservação, transparência e uniformidade. Quando ocorre a variação dos parâmetros apresentados pelo tipo “1”, diminui-se a classificação e consequentemente a qualidade da carne (OLIVEIRA, 2009). A Figura 1 apresenta amostras do lombo de atum de diferentes tipos, iniciando com o de maior qualidade para o menor,

da esquerda para direita.

Figura 1. Carne de Atum classificada em ordem decrescente de qualidade



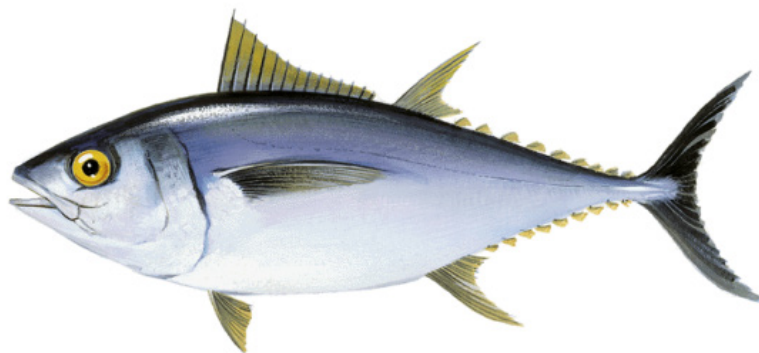
Fonte: Nóbrega (2009)

As más condições de manipulação e armazenamento após o abate, podem influenciar na produção de histamina na carne de peixes da família *Scombridae*, como o atum. A histamina é um produto bioquímico formado a partir da descarboxilação do aminoácido histidina e pode conferir toxicidade ao produto mesmo antes de ser iniciada a deterioração. Embora existam vários níveis máximos de aceitação de histamina, resfriar rapidamente o peixe é o melhor método para interromper a formação de histamina. Os limites regulamentares máximos para os níveis de histamina estão associados aos planos de amostragem, por país ou bloco comercial. O FDA considera que os produtos da pesca com níveis de histamina superiores a 50 ppm apresentam indicativo de toxicidade e com níveis de histamina superiores a 500 ppm são um perigo para a saúde. Os países do Mercosul, como o Brasil, têm 100 ppm como limite máximo estabelecido (SOUZA *et al.*, 2015).

Conforme o mais recente relatório divulgado pela Comissão Internacional para a Conservação dos Tunídeos do Atlântico (ICCAT) em 2022, a frota de pesca de atuns e espécies relacionadas no Brasil consistia em um total de 331 embarcações, das quais aproximadamente 255 são classificadas como artesanais ou de pequena escala. Cerca de 39% de todas as capturas desses peixes no Brasil são obtidas por meio dessas embarcações artesanais e de pequeno porte, cuja maioria está localizada nas regiões Sudeste e Nordeste do país (ICCAT, 2022).

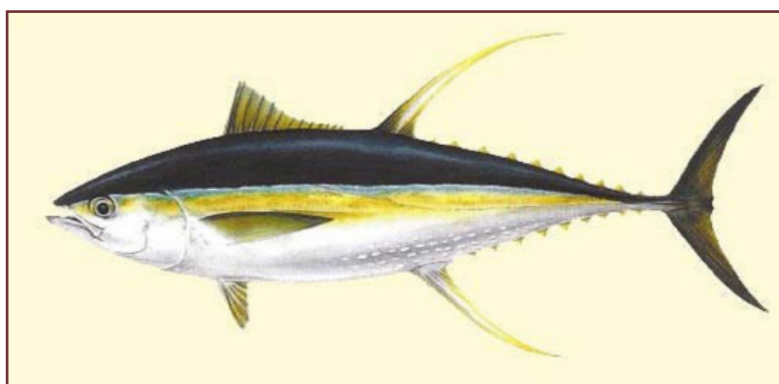
Entre os tipos de atum mais valorizados comercialmente no Brasil, capturados pela frota de pesca que utiliza a técnica do espinhel, destacam-se a albacora-laje (*Thunnus albacares*) e a albacora-bandolim (*Thunnus obesus*) (LIRA; NÓBREGA; OLIVEIRA, 2017). Ambas espécies podem ser diferenciadas pela coloração. A albacora bandolim é conhecida como uma espécie de grande porte, com coloração azul escuro metálico na parte dorsal, como mostra a Figura 2 (FIGUEIREDO, 2007). A albacora-laje se diferencia pela intensa cor amarela da primeira nadadeira dorsal, a segunda nadadeira e a anal apresentam cor amarelo claro, observado pela Figura 3 (OLIVEIRA, 2009).

Figura 2. Albacora Bandolim (*Thunnus obesus*)



Fonte: Figueiredo (2007)

Figura 3. Albacora-laje (*Thunnus albacares*)



Fonte: Oliveira (2009)

Durante o período de 2006 a 2016, o estado do Rio Grande do Norte (RN) se destacou como o principal polo exportador de atuns no Brasil, desempenhando um papel fundamental na produção de alimentos, geração de empregos e aumento de renda, devido à sua localização estratégica próxima às rotas migratórias desses peixes (LIRA; NÓBREGA; OLIVEIRA, 2017). De acordo com a Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Norte (FIERN) e o Centro Internacional de Negócios do estado (CIN), no ano de 2021, o estado conseguiu exportar 1,4 mil toneladas de atum, alcançando um faturamento de US\$14 milhões. Nos primeiros quatro meses do ano de 2022, as exportações já atingiram a marca de 782 toneladas, resultando em uma receita de US\$7 milhões. Representando um crescimento notável de 30% em comparação com o mesmo período do ano anterior (MAPA, 2022).

Segurança Alimentar

O significado de Segurança Alimentar é advindo do inglês *Food Security* e está relacionado à disponibilidade de alimentos em quantidade suficiente através de políticas públicas, atendendo às necessidades nutricionais da população, além disso o acesso físico, econômico e social a esses alimentos. Por outro lado, há a Segurança dos Alimentos ou *Food Safety*, que se concentra na saúde do consumidor, na prevenção e gerenciamento dos riscos associados durante a produção. É uma parte essencial da Segurança Alimentar, pois alimentos inseguros podem comprometer a saúde e a capacidade de uma população atingir Segurança Alimentar (FOOD SAFETY BRAZIL, 2017).

A FAO tem como prioridade a Segurança Alimentar, com isso, o maior desafio é o acesso aos alimentos seguros e de forma permanente e sustentável. Para isso, existem diversos programas e ações públicas por todo o mundo para garantir que esse objetivo seja alcançado. De acordo com o Estado da Segurança Alimentar e Nutricional no Mundo (SOFI) 2021, relatório construído em conjunto com muitas agências das Nações Unidas, a fome mundial passou por um aumento significativo pós pandemia, estimando que até 811 milhões de pessoas estavam em situação de subalimentação até o ano de 2020. Com isso, elaborou-se políticas e carteiras de investimento para o combate da insegurança alimentar, aplicáveis de acordo com as necessidades de cada país (FAO, 2021).

Nas indústrias frigoríficas a segurança alimentar e a segurança dos alimentos desempenham um papel fundamental na proteção da saúde dos consumidores e na garantia da qualidade dos produtos de origem animal. Isso inclui a adoção de medidas rigorosas para garantir a higiene, a temperatura controlada e a rastreabilidade ao longo de todo o processo, desde a chegada da matéria-prima até o empacotamento final. A manipulação cuidadosa dos produtos é uma prioridade para evitar contaminação e a propagação de microrganismos patogênicos. Além disso, à medida que a indústria busca uma abordagem mais sustentável, o aproveitamento responsável de outros produtos ganha destaque. Transformar subprodutos em recursos valiosos reduz o desperdício e fortalece toda a cadeia alimentar, promovendo a saúde pública (FAO, 2023).

Os principais produtos derivados do atum incluem sashimi, sushi e atum enlatado em várias formas, como água, óleo ou molhos (OLIVEIRA, 2009). Durante o processamento, além dos produtos finais, também são geradas aparas, que são pequenas sobras ou pedaços irregulares de carne de atum que são cortados ou separados durante o processo, podendo ser observadas através das Figuras 4 e 5. Essas aparas representam uma alta fonte de nutrientes e podem ser utilizadas na produção de subprodutos de atum, contribuindo para a segurança alimentar e adicionando valor ao pescado. No entanto, muitas indústrias não aproveitam essas sobras para consumo humano, usando-as apenas na fabricação de farinha para animais. É fundamental utilizar eficazmente essas partes do peixe para reduzir o impacto ambiental e gerar receita adicional para as indústrias, aumentando sua lucratividade (BARBOSA; HARTWING; CARBONERA, 2014).

Figura 4. Retirada de aparas na etapa de classificação do atum



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 5. Aparas de atum



Fonte: Nóbrega (2023)

Hambúrguer

Segundo o RTIQ do hambúrguer, apresentado na Portaria nº 724, de dezembro de 2022, o hambúrguer é um produto cárneo industrializado obtido através da carne moída de animais de açougue, podendo ser formulado ou não com tecido adiposo e outros ingredientes. Pode receber o formato conforme especificações no registro e rotulagem e pode ser apresentado cru, cozido, congelado ou resfriado. A denominação de venda é o próprio nome do produto “hambúrguer” acrescido do nome da espécie animal utilizado como matéria-prima.

Os hambúrgueres industrializados são uma opção prática, saborosa e de baixo custo para a população, sendo aderido a praticamente todas as refeições do dia, em diversos locais. É possível compreender o avanço no processo de transformação dos hambúrgueres através de cinco macrotendências validadas por estudos internacionais e apresentadas pelo *Brasil Food Trends 2020*, uma iniciativa multidisciplinar que congrega várias indústrias e empresas, as quais oferecem análises abrangentes sobre o cenário atual de consumo de alimentos. Essas tendências incluem sensorialidade e prazer, conveniência e praticidade, saúde e bem-estar, confiabilidade e qualidade, sustentabilidade e ética, todas elas refletindo as características valorizadas pelos consumidores (BRASIL FOOD TRENDS, 2020; ABIA, 2021).

Os tipos de matéria-prima mais comuns utilizadas na fabricação de hambúrgueres industrializados são as carnes: bovina, de frango, suína e já existem produtos com concentrados proteicos vegetais. De acordo com o RTIQ de hambúrgueres, existem alguns aditivos alimentares e coadjuvantes que podem ser incorporados à massa cárnea. Os ingredientes mais usados são: os espessantes, aromatizantes, antioxidantes, corantes, acidulantes e realçadores de sabor. O que não determina que sejam utilizados por todos os fabricantes de hambúrguer, depende da finalidade do produto (ABIA, 2021; BRASIL, 2022).

Um mercado em potencial na indústria de hambúrgueres é o de pescado, um produto de referência nutricional e com propensão de maior sustentabilidade se comparado aos frigoríficos de outros tipos de proteína animal. Existem diversos estudos acadêmicos que abordam a produção de hambúrgueres à base de peixe, popularmente conhecidos como *fishburgers*, muitas vezes produzidos de forma artesanal. Embora alguns produtos derivados do pescado não tenham uma legislação específica que os regule, eles podem ser amparados pelas Instruções Normativas relacionadas ao peixe fresco e congelado, em conjunto com a RDC nº 329 de dezembro de 2019. Essa regulamentação estabelece quais aditivos e coadjuvantes são autorizados para uso em produtos de pescado, proporcionando uma base normativa para o desenvolvimento desses produtos (BRASIL, 2019).

Moreira (2016) desenvolveu um hambúrguer de forma artesanal a partir de peixe voador (*Hirundichthys affinis*), avaliando o efeito antioxidante da incorporação do alecrim. Apresentou boa aceitação e bom potencial de mercado. Presença (2019) em seu estudo desenvolveu formulações de *fishburguer* utilizando salmão do Atlântico (*Salmo salar*), realizando caracterização físico-química, microbiológica e sensorial. Os resultados comprovaram a viabilidade de mercado do produto.

Produção de hambúrguer a partir do aproveitamento de
aparas de atum (*Thunnus* spp.)



ELABORAÇÃO DO HAMBÚRGUER DE ATUM

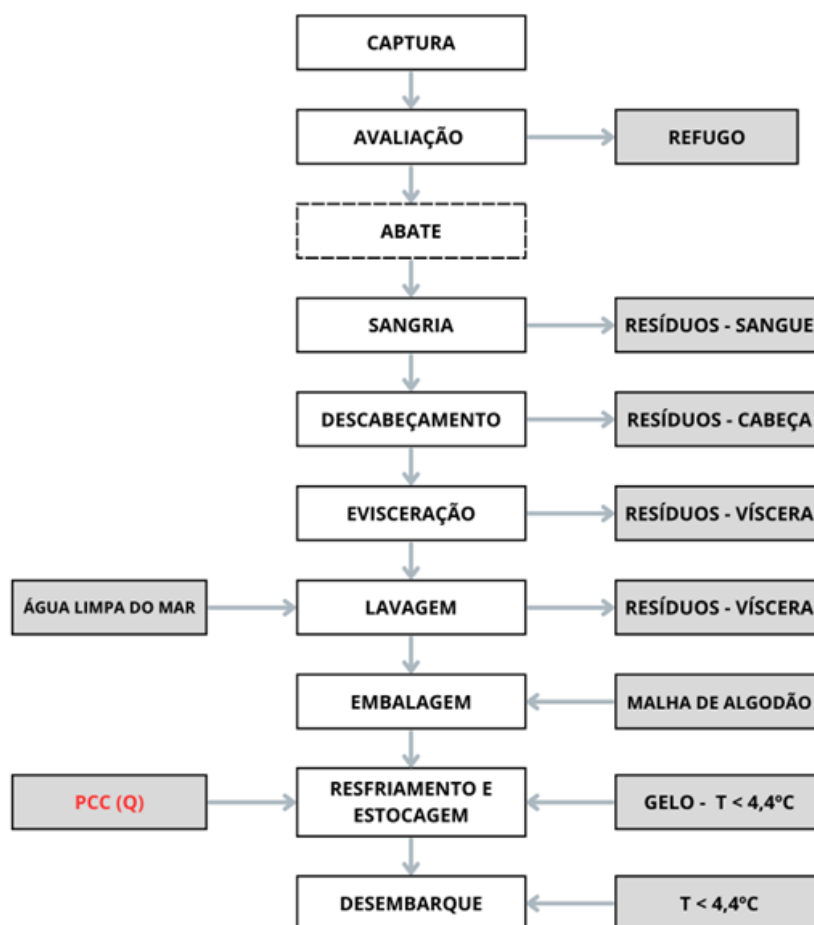
Com o objetivo de proporcionar uma descrição detalhada do processamento do hambúrguer de atum, considerando a natureza pouco conhecida do produto em termos de sistema, optou-se por segmentar a produção em três fluxos distintos, englobando desde a captura do pescado até a obtenção do produto final. Conforme evidenciado nas etapas a seguir, o primeiro fluxograma compreende a fase de origem do pescado, seguida pela etapa de aquisição da matéria-prima e subsequente processamento do hambúrguer. Essa abordagem estruturada visa fornecer uma visão detalhada e sistemática de todo o processo envolvido na produção desse alimento, levando em consideração aspectos cruciais, como controle de qualidade, segurança alimentar e otimização de recursos. Os processos foram descritos com base nas atividades realizadas na empresa Produmar, exportadora de produtos do mar, localizada na rua Chile, 116 - Ribeira, em Natal no Rio Grande do Norte, juntamente ao plano APPCC da indústria, elaborado pela Responsável Técnica Ana Carolina Braga.

O Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), também conhecido como HACCP em inglês, é fundamental para controlar a segurança dos alimentos em todas as etapas, da matéria-prima ao consumo. Ele aborda riscos biológicos, químicos e físicos e é reconhecido internacionalmente como a base das normas de segurança alimentar. No Brasil, sua adoção é obrigatória para fabricantes de alimentos, de acordo com as Portarias 1428/1993 do Ministério da Saúde e 46/1998 do MAPA (GOVERNO FEDERAL, 2022). Além disso, os Pontos Críticos de Controle (PCCs) identificados no Sistema APPCC, são estágios cruciais onde procedimentos devem ser executados com máxima precaução para evitar qualquer comprometimento da segurança alimentar, abrangendo aspectos químicos, biológicos e físicos, como a presença de substâncias nocivas, microrganismos, pragas, objetos estranhos e itens pessoais (IFOPE, 2021).

Origem do Pescado - etapas de beneficiamento

O processamento da origem do pescado é representado pela Figura 6, demonstrando todas as etapas que ocorrem dentro das embarcações pesqueiras de atum.

Figura 6. Fluxograma do beneficiamento do pescado desde a sua captura



Fonte: Autoria própria (2023)

Descrição do processo

A fase inicial compreende a operação de captura dos atuns, podendo ser realizada mediante captura em condição de vida ou post-mortem. A avaliação do estado no momento da retirada do ambiente marítimo é imprescindível, determinando a destinação do pescado para o abate. Este procedimento deve ser executado de forma ágil, com o intuito de minimizar o estresse ao animal e garantir a adequada ocorrência do processo de rigor mortis na carne. No caso de captura post-mortem, a etapa de abate é dispensada, no entanto, a sangria é requisitada para todos os casos. Na sequência, os atuns são submetidos ao processo de evisceração e descabeçamento, seguidos de lavagem com água do mar. Para garantir a conservação das características físicas e sensoriais, os peixes são acondicionados em estoquinetes de malha de algodão.

Após essa etapa, realiza-se o resfriamento e armazenamento das peças em urnas contendo gelo, sendo fundamental a cobertura total com o objetivo de alcançar a temperatura máxima de 4,4° C, conforme estipulado em legislação, até a chegada ao estabeleci-

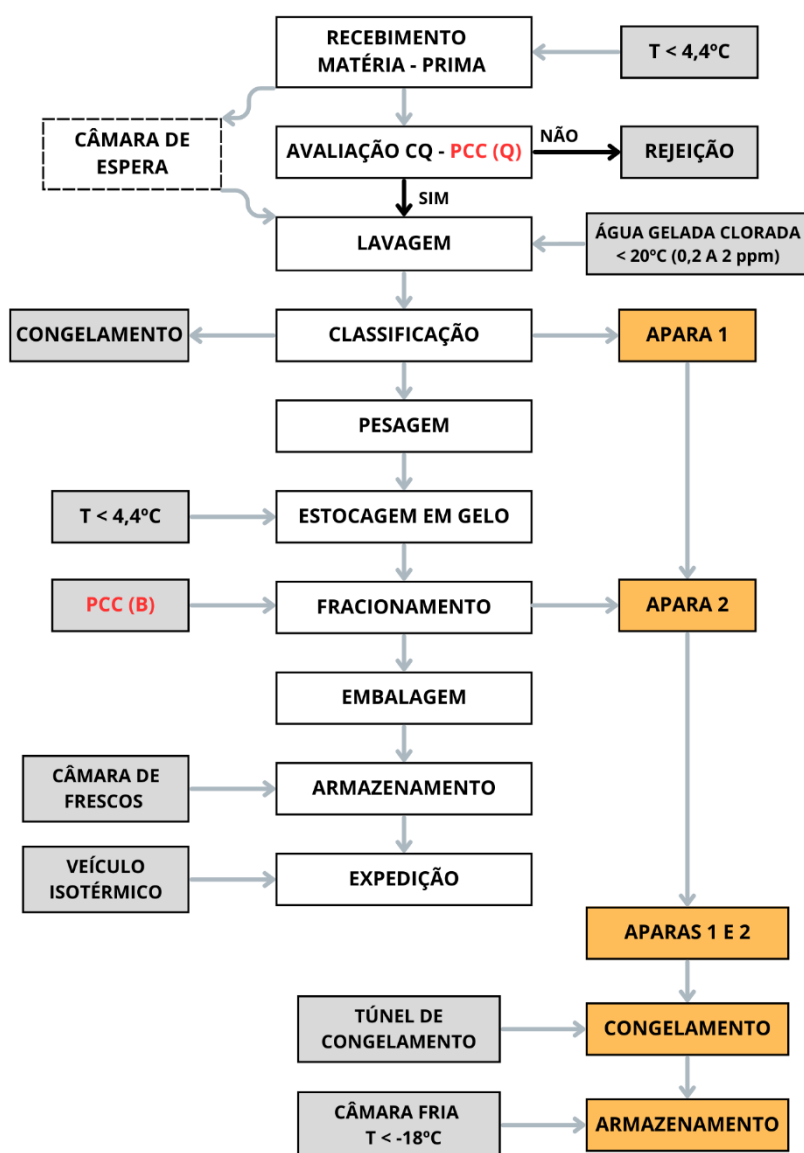
mento industrial. Essa etapa é considerada um Ponto Crítico de Controle (PCC). O PCC da embarcação é de caráter químico devido a formação da substância histamina.

Os resíduos gerados ao longo do processo são devolvidos ao mar e servem de fonte alimentar para outras espécies. Além disso, é crucial que a tripulação receba o devido treinamento em relação às boas práticas de manipulação na embarcação, com o objetivo de evitar a contaminação do pescado. Para garantir conformidade com as normas e regulamentações, a embarcação deve estar devidamente registrada no Registro Geral de Pesca (RGP), o que a habilita a exercer atividade pesqueira, mantendo padrões adequados de higiene e segurança para os produtos e colaboradores.

Processamento do pescado para obtenção da matéria-prima para a comercialização

O processamento da obtenção da matéria-prima é representado pela Figura 7, demonstrando todas as etapas que ocorrem dentro da indústria.

Figura 7. Fluxograma da obtenção da matéria-prima



Fonte: Autoria própria (2023)

Descrição do processo

O processo de obtenção da matéria-prima tem início com a recepção dos atuns das embarcações pesqueiras. Logo após, é realizada a medição da temperatura e coleta de amostras para o teste de histamina, considerado um PCC de caráter químico na indústria. Se a temperatura das peças exceder ao limite de 4,4°C, elas são imediatamente colocadas em tinas cobertas de gelo e transferidas para a câmara de espera. Uma vez obtidos resultados negativos para a presença de histamina e no caso de estarem na câmara de espera, estabilização da temperatura, os atuns avançam para as etapas de lavagem e classificação. A lavagem é conduzida com água gelada e clorada, acompanhada diariamente para garantir que o teor de cloro residual esteja dentro dos limites estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888, de maio de 2021.

A etapa de classificação desempenha um papel crucial, pois determina quais peças possuem características mais adequadas para diferentes destinos, como exportação, conforme as exigências dos países importadores. Nesse momento, pequenas amostras são retiradas da parte final do lombo de cada peça para a classificação. Essas amostras são pesadas, identificadas, congeladas e armazenadas para posterior utilização na fabricação do hambúrguer de atum.

O pescado não destinado ao fracionamento passa por túneis de congelamento para serem comercializados como produtos congelados. As peças são pesadas e mantidas em gelo até a etapa de fracionamento, onde são realizados diversos cortes, gerando produtos como lombo, filé, pedaços, entre outros. Nesta etapa é necessária atenção pelo controle de qualidade, pois existe um PCC de caráter biológico, referente aos parasitas que podem estar presentes na carne do atum. A partir desses produtos, também são obtidas aparas, desta vez provenientes das carcaças de cada peça. Essas aparas são pesadas, identificadas, congeladas e armazenadas para futura utilização na fabricação do hambúrguer de atum.

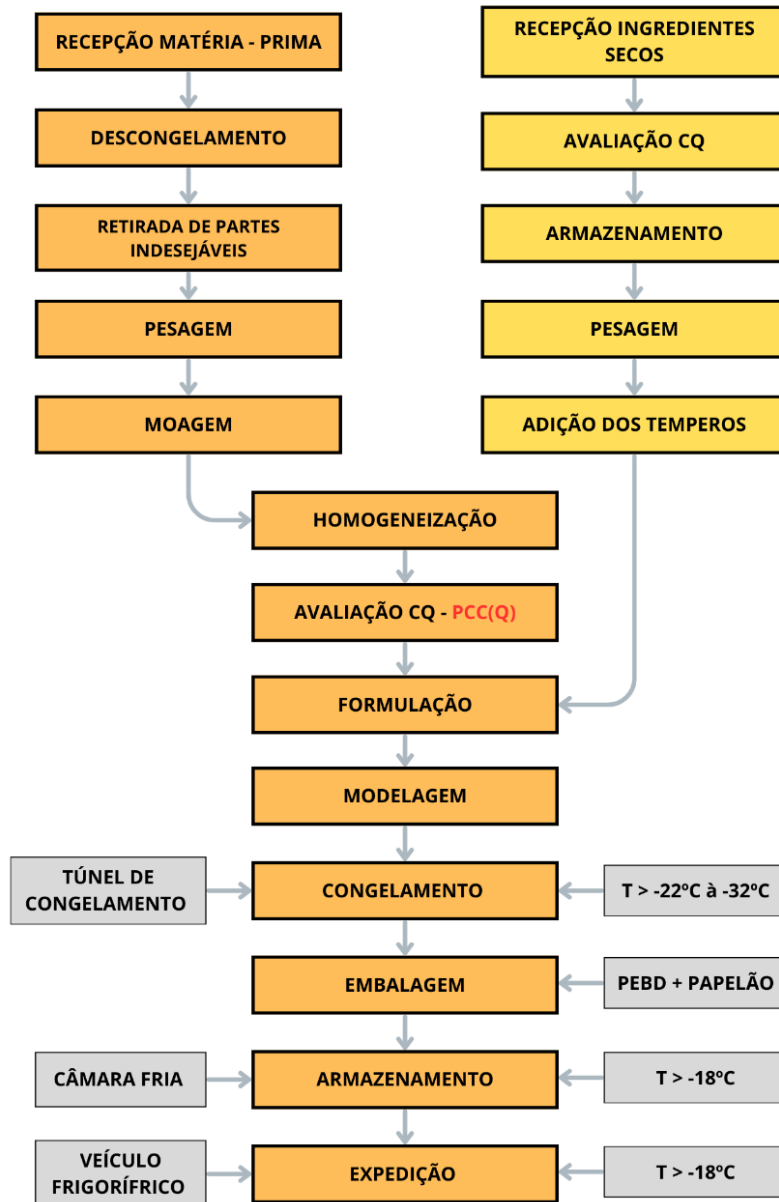
Os produtos resultantes do fracionamento são armazenados em câmaras de refrigeração até serem expedidos por veículos isotérmicos. Por outro lado, as aparas oriundas das diferentes etapas do processo são congeladas em túneis de congelamento e estocadas em câmaras frias com temperatura mínima de -18°C, garantindo a preservação da qualidade dos produtos.

Processamento do Hambúrguer de Atum

Fluxograma de Processo

A Figura 8 representa o fluxograma de processamento do Hambúrguer de Atum com suas respectivas etapas, separando a matéria-prima proveniente das aparas do pescado dos ingredientes secos.

Figura 8. Fluxograma de processamento do Hambúrguer de Atum



Fonte: Autoria própria (2023)

Descrição das Etapas

Recebimento e Avaliação dos ingredientes secos

As etapas de recebimento e avaliação dos ingredientes secos são conduzidas de forma isolada do processo de recebimento das aparas utilizadas na formulação do hambúrguer.

guer. Nesse contexto, os insumos são requisitados com base na demanda e na capacidade de produção, sendo entregues à indústria por meio de veículos transportadores que garantem um ambiente controlado, com ênfase na temperatura e no controle de pragas.

Com o objetivo de qualidade e segurança dos produtos, o controle de qualidade verifica a integridade das embalagens, se estão devidamente identificadas com as informações necessárias para rastreabilidade como: nome do ingrediente, número de lote, data de fabricação e de validade. Além disso, é realizada uma inspeção visual para averiguar se as embalagens vieram com sinais de rasgos, amassados ou contaminação. São feitas planilhas de controle para registro de todos os recebimentos e movimentação de estoque.

Armazenamento

O armazenamento dos ingredientes é realizado em uma área adjacente ao ambiente úmido da indústria, seguindo um procedimento padrão. Os produtos são mantidos em suas embalagens originais até o momento do armazenamento, para preservar sua integridade e qualidade. Após a recepção, são transferidos para contentores herméticos devidamente identificados, garantindo uma barreira eficiente contra a passagem de aromas ou pragas do ambiente externo para o interno, e vice-versa.

Para facilitar a limpeza e garantir a durabilidade dos ingredientes, são utilizadas prateleiras especialmente projetadas, resistentes à corrosão. Além disso, é empregado o método FIFO (*First In, First Out*), assegurando que os ingredientes mais antigos sejam utilizados primeiro, o que evita desperdícios e a expiração do estoque. Todo o processo de manipulação e armazenamento dos ingredientes secos está em total conformidade com as normas da RDC 275/2002 da ANVISA, visando garantir a higiene e a segurança alimentar.

Pesagem dos ingredientes secos

O processo ocorre ainda na área de armazenamento dos insumos, para minimizar o contato com a umidade. Utiliza-se uma balança analítica digital com capacidade de 5 kg, mostrada na Figura 9, com registro de calibração mensal e certificação INMETRO. A calibração assegura que a balança esteja ajustada corretamente e fornece leituras precisas, sendo de acentuada importância para a formulação do hambúrguer. As quantidades pesadas são registradas para fins de rastreabilidade, incluindo o nome do ingrediente, a quantidade pesada, a data e a identificação do responsável pela pesagem.

Figura 9. Balança analítica com capacidade 5kg



Fonte: Balanças NET (2023)

Adição dos temperos

Este procedimento é análogo à etapa de formulação do hambúrguer, portanto, logo após a pesagem, os ingredientes são encaminhados para incorporação à massa de atum moída. Todos os temperos pesados são adicionados aos poucos junto à massa, até que ocorra a homogeneização completa.

Recepção matéria-prima

Após a seleção das aparas de carne de atum, as mesmas são transferidas das câmaras frigoríficas para a unidade de processamento do hambúrguer. A quantidade a ser retirada é determinada de acordo com a demanda diária, sendo, anteriormente, realizada uma avaliação das condições de armazenamento e identificação. Os lotes destinados à produção são cuidadosamente registrados para fins de rastreabilidade e controle de qualidade.

Descongelamento

Após o recebimento, a matéria-prima congelada é levada para a câmara de parada técnica e é inserida em tanques ou contentores isotérmicos (inox ou plástico), devidamente higienizados. O descongelamento deve ocorrer com temperatura controlada ou adição de água clorada e gelada, no volume adequado. É importante que a temperatura da água seja monitorada durante todo o processo, para que caso haja uma elevação da temperatura, o gelo seja adicionado. Esse processo é planejado com antecedência e tipicamente ocorre horas antes da produção dos hambúrgueres, visto que exige um período de tempo para garantir que todos os produtos consigam atingir a temperatura desejada.

Retirada das partes indesejáveis

Uma vez que as aparas são descongeladas, são conduzidas até uma mesa de inox com tábuas para avaliação visual e retirada de partes indesejadas, como a pele das aparas de classificação e outras substâncias que possam estar presentes. Esse procedimento acontece com auxílio de utensílios devidamente higienizados e funcionários treinados com Boas Práticas de Manipulação.

Pesagem

Posteriormente a retirada de partes indesejáveis, as aparas são pesadas em balança analítica digital com capacidade de 100 kg, mostrada na Figura 10, com registro de calibração mensal e certificação INMETRO. Assim como na pesagem dos ingredientes secos, as quantidades pesadas são registradas para fins de rastreabilidade, incluindo os lotes, a quantidade pesada, a data e a identificação do responsável pela pesagem.

Figura 10. Balança eletrônica com capacidade 100kg



Fonte: Balanças NET (2023)

Moagem

Consiste na transformação das aparas do atum em partículas menores, com o objetivo de facilitar a homogeneização e mistura dos ingredientes. Para isso, é utilizado um moedor de carne de aço inoxidável, apresentado na Figura 11, com produção de 250 kg/h e capacidade de até 20kg na bandeja. Segundo Guerreiro (2021), a textura e aparência do produto final são caracterizadas pela moagem, com isso, é considerada uma das etapas mais importantes. E as temperaturas baixas colaboram para a formação de partículas com maior estabilidade.

Figura 11. Moedor de Carnes



Fonte: Inox-Design, 2023

Homogeneização

A homogeneização é a mistura obtida de dois ou mais componentes, pela dispersão de um no outro. Na mistura de sólidos não é possível uma homogeneização completamente uniforme como nos líquidos, depende de alguns aspectos, como: tamanho, forma e densidade dos componentes, umidade, tendência de aglomeração, eficiência do misturador, entre outros. Com isso, é necessário um planejamento adequado do processo anterior à realização da operação (FELLOWS, 2016).

Este processo de homogeneização tem como objetivo especificamente a união dos lotes das aparas em um único produto. Para essa finalidade, é utilizado o misturador de inox mostrado na Figura 12, que possui apenas um eixo para evitar a dissociação da carne do atum. Com capacidade de 100L/80kg e pás soldadas no eixo, facilitando a lavagem e evitando o acúmulo de resíduos que podem vir a contaminar o produto. Guerreiro (2021) recomenda um intervalo de tempo de 10 a 15 minutos para obter uma mistura eficiente. No caso do hambúrguer de Atum, o tempo de mistura é reduzido, pois passa ainda por um segundo processo de homogeneização durante a formulação.

Figura 12. Misturador



Fonte: Loja Inox Design (2023)

Avaliação do controle de qualidade

Após a homogeneização dos lotes, torna-se essencial coletar amostras para a realização do teste de histamina devido à mistura dos lotes. Essas amostras são encaminhadas ao laboratório de controle de qualidade para um teste rápido, verificando se a presença de histamina está abaixo do limite máximo de 100 ppm. Esse limite é estabelecido pela Portaria nº 185 de 13/05/1997 do MAPA para peixes da família *Scombridae* (atuns e afins) e outros peixes.

Formulação

Após o resultado negativo do teste de histamina e pesagem dos ingredientes, é realizada a incorporação dos ingredientes à massa moída da carne do atum. Os ingredientes que compõem a formulação do hambúrguer são: Atum moído, alho em pó, fumaça em pó, *lemon pepper*, páprica picante, pimenta em pó, sal e salsinha desidratada. Os condimentos utilizados têm o objetivo de realçar o sabor e aroma do produto. São ingredientes naturais e aplicados após a mistura da carne para evitar perda do aroma natural de atum. O sal não é considerado um aditivo e sim um conservante com grande função tecnológica. Acentua o sabor, atua como conservante agindo diretamente na redução do teor de água livre e consegue extrair as proteínas da carne tornando-as disponíveis a emulsificação (GUERREIRO, 2021). Todos os ingredientes e suas respectivas quantidades em kg para uma produção, são observados através da Tabela 1.

Os ingredientes são adicionados à massa dentro do misturador (Figura 12) e o processo de mistura se repete até que a massa fique completamente homogênea. Ao contrário dos hambúrgueres de carne convencionais que costumam receber insumos artificiais para garantir estabilidade, esse não possui e apresenta a própria liga característica. A diferença na formulação faz com que a homogeneização ocorra de forma distinta em comparação com os hambúrgueres de carne bovina. Informações confirmadas pela realização da formulação de forma artesanal.

Tabela 1. Quantidades de insumo para uma produção de 1254 unidades

HAMBÚRGUER DE ATUM		
INGREDIENTES	UNIDADE	QUANTIDADES
Atum moído	kg/dia	109,61
Alho em pó		0,241
Fumaça		0,482
<i>Lemon pepper</i>		0,241
Páprica picante		0,096
Pimenta em pó		0,096
Sal		0,723
Salsinha desidratada		1,447

Fonte: Autoria Própria (2023)

Modelagem

A modelagem é uma operação unitária que consiste no aumento do tamanho onde um alimento com viscosidade alta ou textura parecida são moldadas com a forma e tamanho desejado, normalmente sucede a operação de mistura (FELLOWS, 2016). Posteriormente à formulação, a massa do hambúrguer é inserida no maquinário destinado à modelagem, apresentado pela Figura 13, com capacidade de 40-60 peças/min. A mistura adentra o equipamento e sai na conformação circular desejada, com diâmetro de 9 cm e peso individual de 90g.

Figura 13. Formadora modeladora de hambúrguer



Fonte: Industrias GASER (2023)

Congelamento

O congelamento é considerado o melhor método para conservação de alimentos, estendendo sua vida útil. Devido uma parte da água contida no alimento se tornar gelo, reduz o crescimento dos microrganismos, importante para alimentos de deterioração rápida, como o pescado. O processo de congelamento ocorre pela junção de dois processos, nucleação e crescimento. A nucleação consiste na formação dos cristais de gelo e faz-se necessário que esse processo ocorra da forma correta, até que o produto atinja seu ponto de congelamento, que consiste no equilíbrio sólido-líquido (TADINI *et al.*, 2016).

O tipo de congelamento utilizado neste processo é o congelamento com ar forçado tipo túnel, com carrinhos de produtos e fluxo de ar na direção horizontal. O ar circula através de ventiladores que estão associados aos evaporadores, produzindo o frio. É um tipo de congelador aplicável para produções em bateladas, com carga e descarga manual do produto. O coeficiente de transferência de calor é influenciado pelo ar em movimento, velocidade, tamanho, formato e orientação do produto na corrente de ar (TADINI *et al.*, 2016).

Os hambúrgueres já modelados, são transferidos para bandejas em trefilado em aço inox 304, mostrado pela Figura 14, possibilitando uma melhor circulação de ar. As bandejas são postas em carrinhos (Figura 15), também de inox, e conduzidos até o túnel de congelamento. A temperatura do túnel varia entre -35 a -40 °C, é o ideal para congelamento de hambúrgueres quando são utilizados congeladores mecânicos (GUERREIRO, 2021). Por ser um produto de área mássica pequena, o congelamento ocorre rapidamente, até atingir a temperatura ideal para a embalagem, de no mínimo -18°C, pois durante o processo de embalagem, o contato manual faz com o que o produto absorva calor e consequentemente aumente temperatura, o que compromete a qualidade.

Figura 14. Bandeja inox aramada



Fonte: Loja Perlina (2023)

Figura 15. Carrinho para túnel de congelamento



Fonte: Visconde Inox (2023)

Embalagem

As embalagens primárias utilizadas neste produto são sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD) e as secundárias de papelão. São recepcionadas e avaliadas pelo controle de qualidade, sendo verificado visualmente e através de sua ficha técnica. É realizado o teste de *swab* para comprovação de que não são veículos de contaminação microbiológica para o alimento. São inseridas no setor de embalagens até que sejam solicitadas ao uso durante o processamento dos hambúrgueres.

O processo de embalagem ocorre manualmente após os produtos serem retirados dos túneis, são colocados 1 hambúrguer por embalagem plástica e aplicado o vácuo. O equipamento usado é a embaladora a vácuo, mostrada na Figura 16. Ao serem conservados no vácuo, os hambúrgueres ficam longe do contato com o ar, o que contribui para uma melhor qualidade. Os produtos são colocados em embalagens secundárias de papel cartão, contendo 6 unidades, com peso líquido de 540g e após, em caixas de papelão de 10kg para serem armazenadas em câmara fria.

A Figura 17 retrata a vista frontal da embalagem secundária do hambúrguer de atum, enquanto a Figura 18 mostra o seu verso. Com o objetivo de abranger um amplo espectro de informações, foram implementadas diversas medidas. A embalagem inclui dados cruciais para a rastreabilidade do produto, tais como número de lote, data de fabricação,

prazo de validade, informações nutricionais e registro do rótulo junto ao MAPA. Além disso, são fornecidas orientações para o preparo, com várias opções, e para o armazenamento. Todas essas informações estão em conformidade com as seguintes regulamentações:

- RDC N° 259, de 20 de setembro de 2002, que aprova o Regulamento técnico para rotulagem de alimentos embalados;
- RDC n° 429, de 8 de outubro de 2020, que dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados.
- Instrução Normativa - IN n° 75, de 8 de outubro de 2020, que estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados
- RDC n° 727, de 1° de julho de 2022. que dispõe sobre a rotulagem dos alimentos embalados.
- Decreto N° 10.468, de 10 de agosto de 2020, que dispõe sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA).

Figura 16. Seladora à vácuo



Fonte: Loja Cetrol (2023)

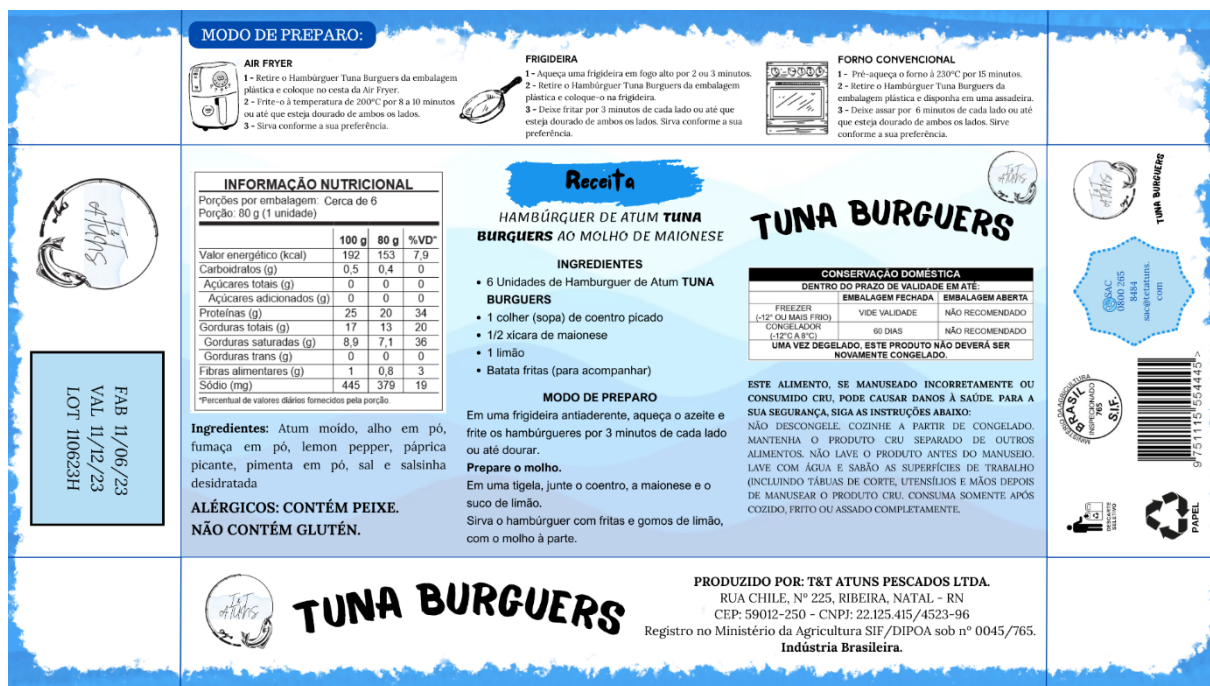
A seleção do papel cartão como embalagem secundária motivou-se por sua praticidade, facilidade de manuseio e compromisso ambiental. Optou-se pela tonalidade azul, uma vez que este produto é derivado do pescado, e muitas pessoas associam essa cor a ele. Além disso, o azul é conhecido por seus potenciais benefícios para o corpo e a mente, como a capacidade de desacelerar o metabolismo humano e induzir um efeito calmante. Essa cor também simboliza confiança, honestidade, lealdade e faz referência a uma escolha saudável de alimentos.

Figura 17. Vista frontal da embalagem secundária hambúrguer de atum



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 18. Verso da embalagem secundária do hambúrguer de atum



Fonte: Autoria própria (2023)

Armazenamento

Posteriormente embalado, o produto final é destinado à câmara fria para ser estocado. A câmara fria possui intensa refrigeração, com temperatura controlada. Os hambúrgueres permanecem sob refrigeração superior a -18°C até que sejam expedidos.

Expedição

Após solicitação de compra, os produtos são retirados da câmara fria e levados a uma antecâmara para serem conferidos todos os dados informativos de rastreabilidade, além da temperatura dos produtos. Após verificação, são expedidos para veículos frigoríficos ou fechados, que também são avaliadas as condições para transporte.



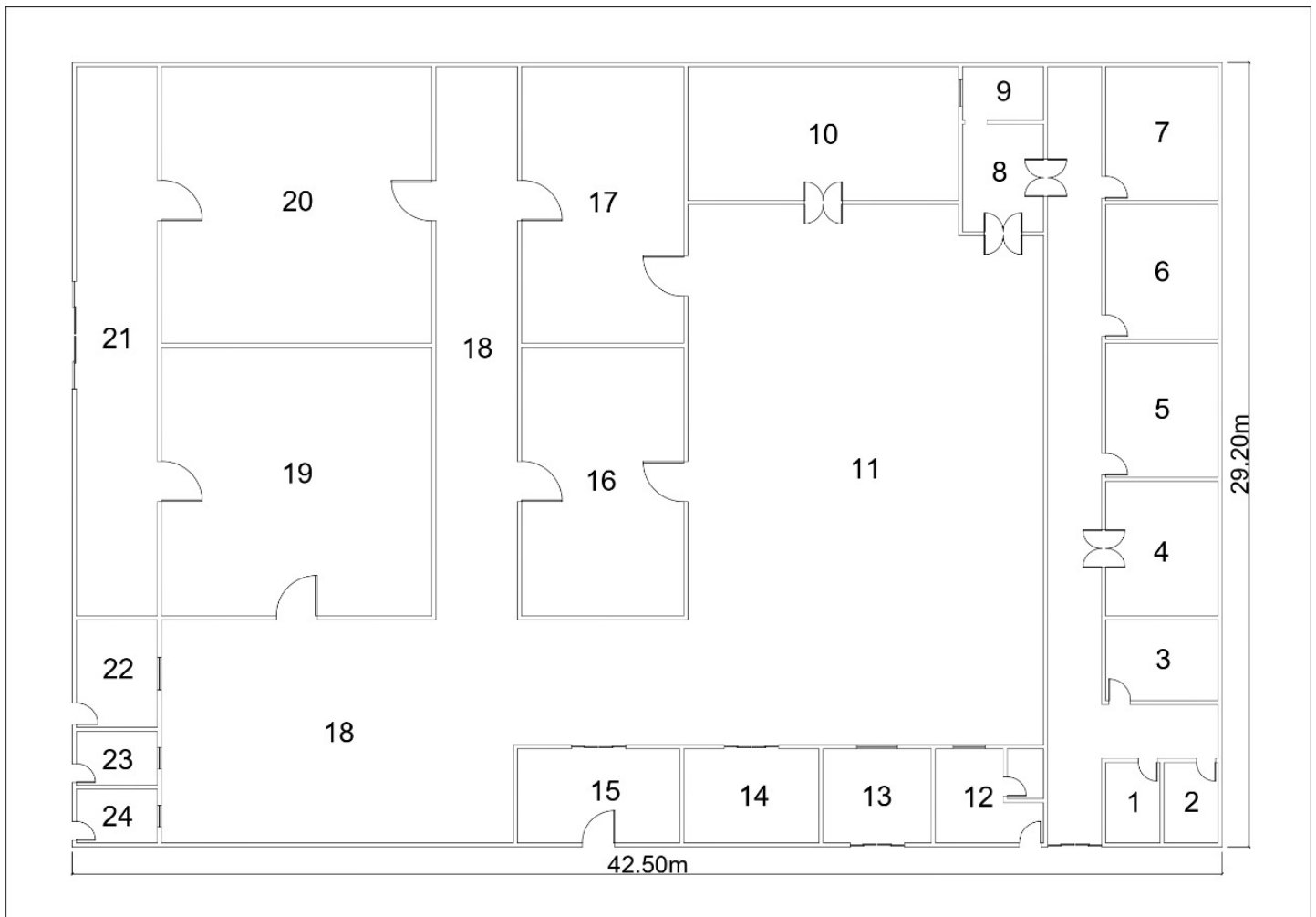
Produção de hambúrguer a partir do aproveitamento de
aparas de atum (*Thunnus* spp.)



LAYOUT SIMPLIFICADO

O layout da indústria que processa o hambúrguer de atum, ilustrado na Figura 19, abrange uma área física de 1241m² e está planejado para garantir que o processamento ocorra de maneira adequada. Nesse sentido, toda a estrutura da planta segue rigorosamente as orientações estabelecidas pela Portaria nº 326/97 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, que estipula o regulamento técnico relacionado às “Condições Higiênico-Sanitárias e Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializados de Alimentos” (BRASIL, 1997). E como complemento, a Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002, que dispõe sobre o regulamento técnico de “Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos” (ANVISA, 2002).

Figura 19. Layout simplificado da empresa



Fonte: Autoria própria (2023)

Legenda: (1) e (2) Áreas administrativas; (3) Almoxarifado; (4) Refeitório; (5) Vestiário Masculino; (6) Vestiário Feminino; (7) Laboratório de Controle de Qualidade; (8) Barreira Sanitária; (9) Sala de guarda de materiais de limpeza; (10) Sala de higienização de materiais; (11) Salão de beneficiamento de atum e processamento do hambúrguer; (12) Recepção dos ingredientes secos; (13) Recepção de Atum; (14) Câmara de parada técnica; (15) Câmara de expedição de peixe fresco; (16) e (17) Túneis de congelamento; (18) Embalagem; (19) e (20) Câmaras frias; (21) Antecâmara fria; (22) Área de guarda de embalagens; (23) Área de depósito de resíduos orgânicos (24) Área de descarte de lixo.

Os funcionários adentram a empresa e vão diretamente para os vestiários (6) e (7), onde retiram suas roupas sujas e colocam o fardamento limpo. Após isso, devem obriga-

toriamente passar pela barreira sanitária (8) para higienização das botas e mãos. O fluxo do processo inicia na recepção de produtos secos (12) e no recebimento do atum (13) onde ocorre todo o recebimento e processos necessários para geração das aparas utilizadas na formulação do hambúrguer. A matéria-prima (aparas de atum) congeladas que são colocadas em câmara fria (19) e (20), são destinadas à câmara de parada técnica (14) para descongelar. Os processos de retirada das partes indesejáveis, bem como a pesagem, moagem, homogeneização ocorrem no Salão de processamento (11). Amostras são retiradas para avaliação do controle de qualidade no laboratório (7) e após aprovação, ocorre a formulação e modelagem ainda no Salão de processamento (11). Os hambúrgueres modelados são colocados em bandejas em carrinhos destinados aos túneis de congelamento (16) e (17) e após congelamento, são destinados a área de embalagem (18) para receberem a embalagem primária (saco de polietileno) à vácuo e a secundária (caixa de papelão). Por fim são encaminhados ao armazenamento em câmara fria (19) e (20) até que sejam expedidos.

Algumas áreas como as recepções (12) e (13) e as salas (22) (23) e (24) possuem um “óculo”, uma janela embutida na parede ao invés de uma porta, para fazer uma melhor separação entre as áreas sujas e limpas da indústria, não permitindo a passagem de pessoas, apenas dos produtos, evitando assim a contaminação cruzada e o contrafluxo.

Produção de hambúrguer a partir do aproveitamento de
aparas de atum (*Thunnus* spp.)

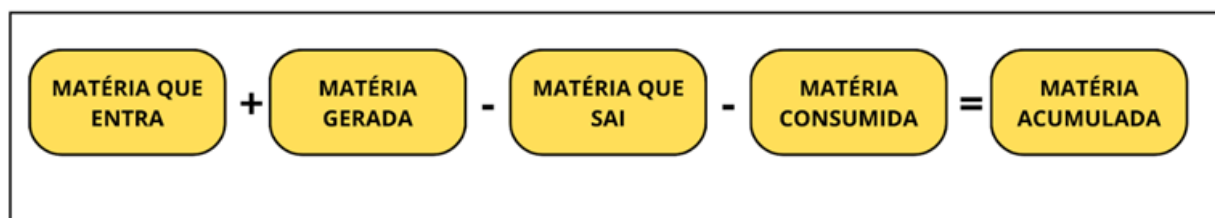


BALANÇO DE MASSA E ENERGIA

Balanço de Massa

No processo de fabricação de alimentos é necessário aplicar o princípio de conservação de massa e de energia para que as operações durante o processo sejam devidamente controladas. O princípio de conservação de massa considera que a variação total de matéria de um sistema em um intervalo de tempo é igual à soma de todas as correntes que deixam ou chegam ao sistema nesse período. Podendo ser representada de uma melhor forma através da Figura 20, onde a entrada se refere à quantidade de matéria que é adicionada ao sistema em um período específico. A geração representa a quantidade dessa substância que é produzida ou originada dentro do sistema durante o mesmo intervalo de tempo. A saída refere-se à quantidade da substância que deixa o sistema durante o intervalo de tempo. Pode ser descartada, vendida ou transferida para outros locais. O consumo é a quantidade da substância que é utilizada ou consumida internamente pelo sistema, muitas vezes em processos ou reações químicas. E o acúmulo é a diferença líquida entre todos esses fatores (TADINI *et al.*, 2016).

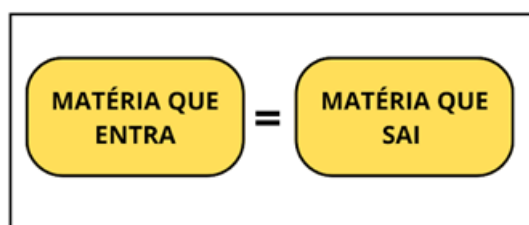
Figura 20. Esquema Geral do Balanço de Massa



Fonte: Autoria própria (2023)

Para análise de alguns balanços de massa considera-se o regime como estacionário ou permanente, onde as principais propriedades do processo não se alteram com o tempo, ou seja, o que entra no sistema será igual ao que sai (FELLOWS, 2006; TADINI *et al.*, 2016). Para o balanço de massa da produção do hambúrguer de atum foram consideradas as etapas de classificação e filetagem, pertencentes ao processo de obtenção das aparas, juntamente à formulação e modelagem, presentes no processamento do produto final. Trabalhando em regime permanente, onde não há acúmulo, e considerando que a quantidade balanceada é a massa total (geração = consumo = 0). Com isso, o esquema geral que representa os balanços de massa deste processo é apresentado na Figura 21.

Figura 21. Esquema representativo do balanço de massa desse estudo



Fonte: Autoria própria (2023)

Parte do balanço de massa é realizado com base em visualização e alguns dados de processo pertencentes à empresa Produmar. Durante o recebimento dos atuns na indústria são realizadas as etapas de classificação e filetagem, onde foi possível obter algumas informações sobre os procedimentos em termos de rendimento da carcaça do animal e assim poder realizar a estipulação de valores de produção.

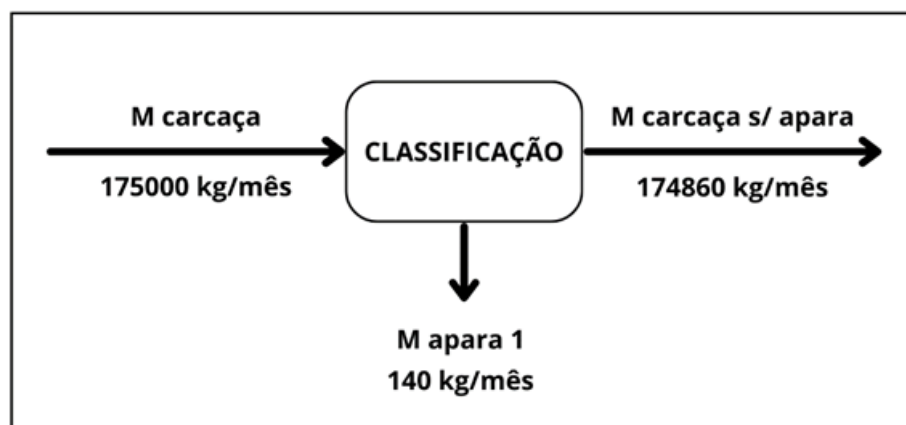
A empresa recebe mensalmente em média 8 embarcações, cada uma com quantidades variadas de atuns, podendo chegar a receber 400 peças em uma embarcação em alta temporada. Além disso, cada peça pode possuir também pesagens variadas, contendo peças de quase 100 kg, contribuindo para a variação mensal do total em massa obtido. Partindo do princípio de que a empresa processa o hambúrguer de atum recebe 10 embarcações, cada uma com uma quantidade média de 350 peças, a um peso médio de 50 kg, o que gera uma quantidade média de 17500 kg/embarcação e um total de 175000 kg mensais. Todas as peças passam pela etapa de classificação, entretanto algumas delas são selecionadas para a filetagem, dependendo da demanda dos produtos.

O processamento do hambúrguer de atum ocorre em batelada. Conforme o processo apresentado anteriormente, as aparas geradas nas etapas de classificação e filetagem são armazenadas em câmaras frias até que sejam solicitadas à produção do hambúrguer. Os cálculos de balanço de massa da classificação e filetagem são feitos de acordo com a demanda mensal estipulada e os demais balanços de acordo com uma produção diária.

Balanço de massa na etapa de Classificação

Durante esta etapa no processo, são retiradas amostras para a avaliação visual da carne e o teste de histamina. A amostra representa uma porcentagem mínima da carcaça do atum, contudo pode ser bem aproveitada se avaliada a quantidade de peças obtidas por cada embarcação que adentra à indústria. Como todas as peças passam por essa etapa, são recolhidas 3500 amostras, que pesam em média 40g individualmente, gerando aproximadamente 140kg de aparas (APARA 1) mensal. Não há geração de resíduo nesta etapa devido ser apenas um corte na parte inferior das costas do animal. O balanço pode ser observado pela Figura 22.

Figura 22. Esquema de balanço de massa na Classificação



Fonte: Autoria própria (2023)

Onde:

M carcaça = Vazão mássica total do atum eviscerado e sem cabeça

M carcaça s/ apara = Vazão mássica total do atum pós corte e retirada da apara

M apara 1 = Vazão mássica total das aparas referentes a etapa de classificação

Sabendo que uma unidade de apara da classificação possui o peso médio de 35g e a quantidade de peças referente à massa total de carcaça, para descobrir o valor da M apara

1, tem-se:

Quantidade de amostra = 3500

M apara unid. = 0,04 kg/amostra.mês

$$M \text{ apara } 1 = 3500 \text{ amostra} \cdot 0,04 \frac{\text{kg}}{\text{amostra} \cdot \text{mês}} = 140 \frac{\text{kg}}{\text{mês}}$$

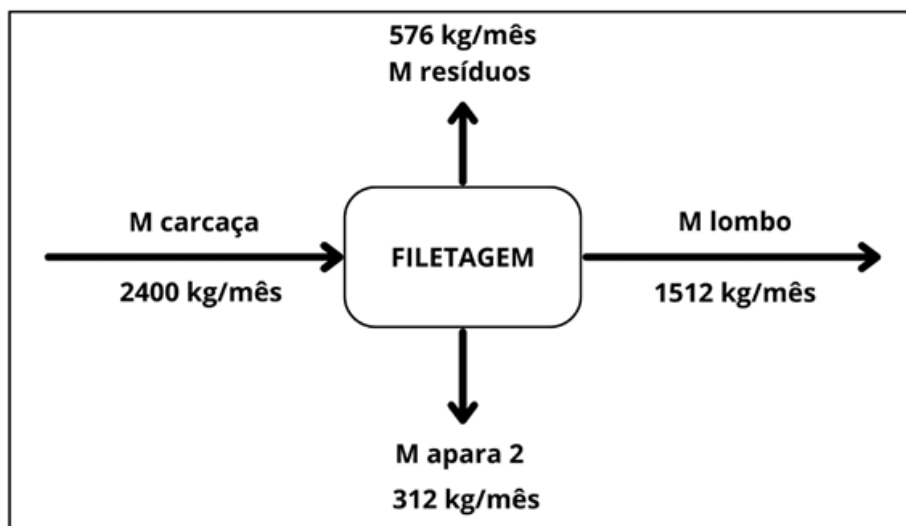
Logo, o valor gerado através desse balanceamento da M carcaça s/ apara será através da diferença entre a M carcaça e a M apara 1.

$$M \text{ carcaça s/ apara} = 175000 - 140 = 174860 \text{ kg/mês}$$

Balanço de massa na etapa de Filetagem

Nesta etapa, são selecionadas em média 5 peças por embarcação, gerando um total de 50 peças para o processo filetagem mensalmente. Se multiplicar as 50 peças pelo valor médio de cada peça, tem-se o valor de 2500 kg de massa destinada a filetagem, porém como as peças anteriormente passaram pela etapa de classificação, perderam 0,040g/peça, resultando em um valor de 2400 kg. Baseado nos valores de rendimento médio de lombo, resíduos da carcaça e aparas, obtidos na empresa Produmar, respectivamente os valores de 63%, 24% e 13%, foram calculados os valores deste balanço. Como mostrado pela Figura 23, entram 2400 kg de carcaça e saem aproximadamente 1512 kg de lombo, 576 kg de resíduos da carcaça e é gerado 312 kg de aparas (APARA 2).

Figura 23. Esquema de balanço de massa na Filetagem



Fonte: Autoria própria (2023)

Onde:

M carcaça = Vazão mássica total do atum eviscerado e sem cabeça e sem apara

M lombo = Vazão mássica total dos cortes de lombo

M resíduos = Vazão mássica de carcaça obtido após a filetagem

M apara 2 = Vazão mássica das aparas referentes a etapa de filetagem

$$M \text{ lombo} = \frac{63}{100} \cdot (2400) \text{ kg} = 1512 \text{ kg}$$

$$M \text{ resíduos} = \frac{24}{100} \cdot (2400) \text{ kg} = 576 \text{ kg}$$

$$M \text{ apara 2} = \frac{13}{100} \cdot (2400) \text{ kg} = 312 \text{ kg}$$

$$M \text{ carcaça} = 1512 + 576 + 312 = 2400 \text{ kg/mês}$$

Balanço de massa na etapa de Moagem

A matéria-prima para os hambúrgueres é obtida através do somatório da quantidade de aparas resultantes dos balanços de massa anteriores, considerando a produção como sendo realizada em batelada quatro vezes ao mês e as perdas de massa durante o processo de moagem de aproximadamente 3%, tendo como resultado:

$$M \text{ apara total} = M \text{ apara 1} + M \text{ apara 2} = 140 + 312 = 452 \text{ kg/mês}$$

$$M \text{ apara (dia)} = \frac{452}{4} = 113 \text{ kg/dia}$$

Tem-se de acordo com o balanço de massa nesta etapa:

$$M \text{ apara} = 113 \text{ kg/dia}$$

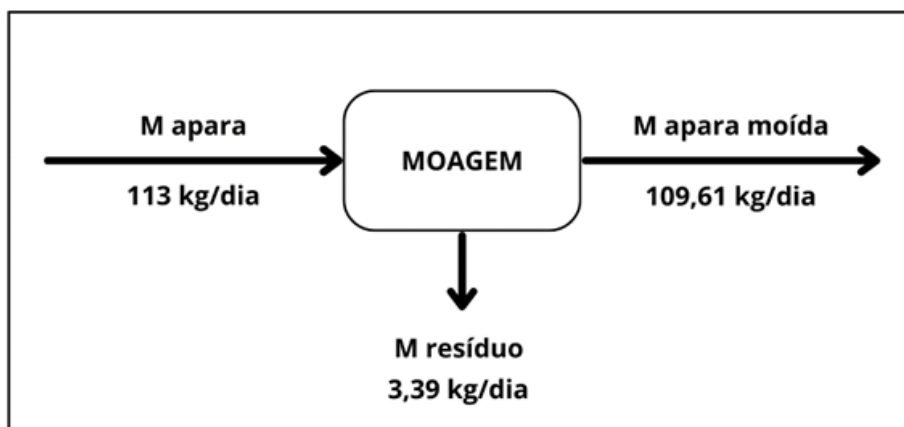
$$M \text{ resíduo} = 3\% \text{ de } 113 \text{ kg/dia} = \left(\frac{3}{100} \cdot 113 \right) = 3,39 \text{ kg/dia}$$

$$M \text{ apara moída} = M \text{ apara} - M \text{ resíduo}$$

$$M \text{ apara moída} = 113 - 3,39 = 109,61 \text{ kg/dia}$$

Como mostrado pela Figura 24, entram 113 kg de aparas e saem aproximadamente 109,61 kg de apara moída e 3,39 kg de resíduos.

Figura 24. Esquema de balanço de massa na Moagem



Fonte: Autoria própria (2023)

Onde:

$M \text{ apara}$ = Vazão mássica da soma das aparas 1 e 2 obtidas nas etapas anteriores



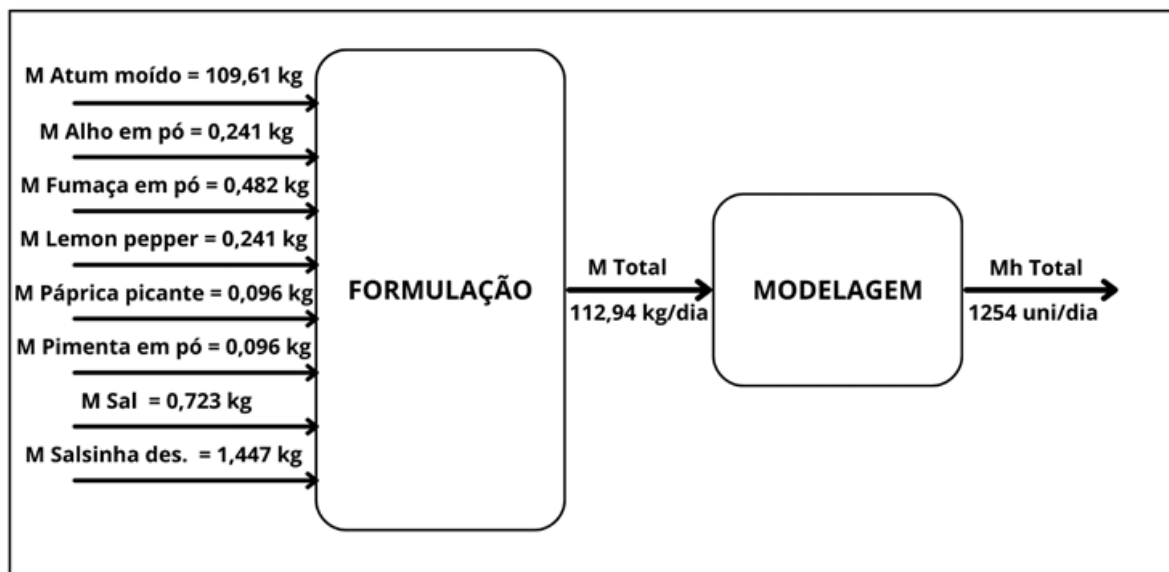
$M_{\text{resíduo}}$ = Vazão mássica da perda durante o processo de moagem da carne

$M_{\text{apara moída}}$ = Vazão mássica da matéria-prima resultante do processo de moagem

Balanço de massa nas etapas de Formulação e Modelagem

A etapa de formulação precede a modelagem, estando diretamente relacionadas. As quantidades adicionadas de cada ingrediente e da matéria-prima principal estão demonstradas através da Figura 25, bem como o somatório obtido após a mistura de todos os insumos e após a modelagem o valor total de hambúrgueres produzidos por dia. Esquema de balanço feito com base na Tabela 1.

Figura 25. Esquema de balanço de massa na Formulação e Modelagem



Fonte: Autoria própria (2023)

Onde:

M_{total} = Vazão mássica da mistura do atum e ingredientes

Mh_{total} = Quantidade de hambúrgueres produzidos por dia

De acordo com o balanço de massa, tem-se:

$M_{\text{total}} = M_{\text{atum moído}} + M_{\text{alho em pó}} + M_{\text{fumaça em pó}} + M_{\text{lemon pepper}} + M_{\text{páprica picante}} +$

$M_{\text{pimenta em pó}} + M_{\text{sal}} + M_{\text{salsinha desidratada}}$

$$M_{\text{total}} = 109,61 + 0,241 + 0,482 + 0,241 + 0,116 + 0,096 + 0,096 + 1,447 = 112,94 \text{ kg/dia}$$

$Mh_{\text{total}} = M_{\text{total}} / \text{peso individual dos hambúrgueres}$

$$Mh_{\text{total}} = 112,94 \text{ kg} / 0,090 \text{ kg} = 1254 \text{ unidades/dia}$$

Balanço de Energia

O Balanço de Energia de um processo é derivado da primeira lei da termodinâmica, que envolve o relacionamento entre as propriedades como energia interna e as grandezas de interação, calor e trabalho (TADINI et al., 2016). Com o objetivo de exemplificar melhor a primeira lei, formulou-se a equação (Eq. 1), onde “A variação de energia interna de um sistema é igual à diferença de calor absorvida pelo mesmo e o trabalho por ele realizado”, na qual (ΔU) representa a variação de energia interna, (ΔEc) energia cinética, (ΔEp) energia potencial, Q denota o calor transferido e W refere-se ao trabalho executado pelo sistema (FILHO, 2021).

$$\Delta U + \Delta Ec + \Delta Ep = Q - W \quad (\text{Eq. 1})$$

Em um balanço de energia para sistemas abertos a entrada é igual a saída dos produtos, onde a taxa total de transporte das energias cinética (ΔEc), potencial (ΔEp) e interna por todas as correntes que entram no processo somada a taxa com que a energia é transferida para o sistema como calor e trabalho é igual a taxa total de transporte de energia pelas correntes que saem do processo. Essa igualdade pode ser expressa em termos da entalpia (ΔH), que está diretamente relacionada com a energia interna (ΔU) através da pressão e do volume. O trabalho total (W) realizado no sistema é a soma do trabalho no eixo (We) e o trabalho de fluxo (Wf) (FELDER; ROUSSEAU; BULLARD, 2017). No entanto, quando se considera a entalpia juntamente com as correntes de entrada e saída, a equação de balanço pode ser alterada resultando na segunda equação (Eq. 2):

$$\Delta H + \Delta Ec + \Delta Ep = Q - We \quad (\text{Eq. 2})$$

O objetivo do balanço de energia realizado no processo de fabricação dos hambúrgueres de atum é encontrar a quantidade de calor total transferida durante o processo de congelamento e a quantidade de calor total (carga térmica) que deve ser removida durante o armazenamento. Com isso, faz-se as seguintes considerações: o processo ocorre em regime estacionário (sistema fechado), onde não há realização de trabalho e acúmulo de energia, desprezando as energias cinética e potencial. Assim, pode-se rearranjar a equação 2 para a equação 3 (Eq. 3):

$$\Delta H = Q \quad (\text{Eq. 3})$$

Logo, a variação de entalpia ΔH é igual ao calor utilizado para quantificar a energia dos hambúrgueres que são congelados e armazenados em temperatura constante. Para os cálculos de taxa de transferência de calor e carga térmica do processo, as propriedades termofísicas dos alimentos devem ser consideradas e dependem da composição e temperatura. O calor específico (Cp), que depende da composição física e da temperatura do alimento, a condutividade térmica (k), importante no processo de congelamento, pois a presença de gelo pode influenciar significativamente na condutividade. A densidade (ρ), que deve ser constante para os alimentos congelados ou descongelados e a difusividade térmica (α), que pode apresentar valores relativamente diferentes no congelamento (TADINI et al., 2016).



Balanço de Energia na etapa de congelamento

O cálculo das propriedades termofísicas foi estabelecido através do método exposto por Ibarz e Barbosa-Cánovas (2002), expresso na Tabela 2. Este procedimento fundamenta-se nas características dos principais constituintes dos alimentos, que incluem carboidratos, proteínas, gorduras, fibras, cinzas e água. Utilizando esse método, torna-se viável determinar a condutividade térmica (k), densidade (ρ), calor específico (c_p) e difusividade térmica (α), levando em consideração a temperatura e a fração mássica dos componentes. Para o hambúrguer, utilizou-se a composição centesimal da carne de atum, por ser a matéria-prima majoritária, apresentando o maior percentual em relação aos demais ingredientes. Considerando uma temperatura inicial de 4°C para o produto, que adentra ao túnel de congelamento nos carrinhos de forma refrigerada. Os valores obtidos pelo cálculo das propriedades estão contidos na Tabela 3.

Tabela 2. Propriedades termofísicas dos alimentos a partir da composição centesimal

Thermal Property	Component	Equation as a Function of Temperature
k (W/m·°C)	Carbohydrate	$k = 0.20141 + 1.3874 \times 10^{-3} T - 4.3312 \times 10^{-6} T^2$
	Ash	$k = 0.32962 + 1.4011 \times 10^{-3} T - 2.9069 \times 10^{-6} T^2$
	Fiber	$k = 0.18331 + 1.2497 \times 10^{-3} T - 3.1683 \times 10^{-6} T^2$
	Fat	$k = 0.18071 + 2.7604 \times 10^{-3} T - 1.7749 \times 10^{-7} T^2$
	Protein	$k = 0.17881 + 1.1958 \times 10^{-3} T - 2.7178 \times 10^{-6} T^2$
$\alpha \cdot 10^6$ (m ² /s)	Carbohydrate	$\alpha = 8.0842 \times 10^{-2} + 5.3052 \times 10^{-4} T - 2.3218 \times 10^{-6} T^2$
	Ash	$\alpha = 1.2461 \times 10^{-1} + 3.7321 \times 10^{-4} T - 1.2244 \times 10^{-6} T^2$
	Fiber	$\alpha = 7.3976 \times 10^{-2} + 5.1902 \times 10^{-4} T - 2.2202 \times 10^{-6} T^2$
	Fat	$\alpha = 9.8777 \times 10^{-2} + 1.2569 \times 10^{-4} T - 3.8286 \times 10^{-8} T^2$
	Protein	$\alpha = 6.8714 \times 10^{-2} + 4.7578 \times 10^{-4} T - 1.4646 \times 10^{-6} T^2$
ρ (kg/m ³)	Carbohydrate	$\rho = 1.5991 \times 10^3 - 0.31046 T$
	Ash	$\rho = 2.4238 \times 10^3 - 0.28063 T$
	Fiber	$\rho = 1.3115 \times 10^3 - 0.36589 T$
	Fat	$\rho = 9.2559 \times 10^2 - 0.41757 T$
	Protein	$\rho = 1.3299 \times 10^3 - 0.51840 T$
$\hat{C}_p$ (kJ/kg·°C)	Carbohydrate	$\hat{C}_p = 1.5488 + 1.9625 \times 10^{-3} T - 5.9399 \times 10^{-6} T^2$
	Ash	$\hat{C}_p = 1.0926 + 1.8896 \times 10^{-3} T - 3.6817 \times 10^{-6} T^2$
	Fiber	$\hat{C}_p = 1.8459 + 1.8306 \times 10^{-3} T - 4.6509 \times 10^{-6} T^2$
	Fat	$\hat{C}_p = 1.9842 + 1.4733 \times 10^{-3} T - 4.8008 \times 10^{-6} T^2$
	Protein	$\hat{C}_p = 2.0082 + 1.2089 \times 10^{-3} T - 1.3129 \times 10^{-6} T^2$

Fonte: Ibarz e Barbosa-Cánovas (2002)

Tabela 3. Propriedades termofísicas do hambúrguer de atum

Propriedades	Unidade	Valor
Calor específico (C_p)	kJ/kg.K	3,68
Condutividade térmica (k)	W/m.K	0,57
Densidade (ρ)	kg/m ³	1027,01
Difusividade térmica (α)	m ² /s	1,47E-07

Fonte: Autoria própria (2023)

Para os cálculos do balanço de energia na etapa de congelamento considera-se a aná-

lise de sistemas aglomerados, onde o corpo tem mudança de temperatura com o tempo de transferência de calor, com a temperatura interna mantendo-se uniforme. Uma análise que proporciona simplificação em alguns problemas de transferência de calor. O primeiro passo para aplicação da análise é a determinação do comprimento característico (L_c) e o número de Biot (Bi). Podendo ser obtidos através das equações (Eq. 4) e (Eq. 5), sendo o (V) o volume da geometria do hambúrguer, (A) a área superficial, o (h) o coeficiente de transferência de calor por convecção e o (k) a condutividade térmica (ÇENGEL; GHAJAR, 2012).

$$L_c = \frac{V}{A} \quad (\text{Eq. 4})$$

$$Bi = \frac{hL_c}{k} \quad (\text{Eq. 5})$$

O número de Biot é a razão entre a resistência interna do corpo à condução de calor e a resistência externa à convecção de calor. Logo, quanto menor o número de Biot, menor resistência à condução de calor. Considera-se a análise de sistemas aglomerados como exata quando $Bi = 0$ e aproximada quando $Bi > 0$. Com isso, quanto menor for o número de Biot, mais precisa será a análise dos sistemas aglomerados. A literatura sugere usar a análise de sistemas agregados quando $Bi \leq 0,1$ devido à imprecisão no coeficiente convectivo (h) (ÇENGEL; GHAJAR, 2012).

Para o comprimento característico do hambúrguer foi considerada a geometria de um cilindro (curto) de raio r , com diâmetro (D) de 9 cm e altura de 1 cm. Para os cálculos do L_c utilizou-se o volume e a área referente ao cilindro, tem-se a equação (Eq. 6).

$$L_c = \frac{V_{\text{cilindro}}}{A_{\text{cilindro}}} = \frac{\pi r^2 h}{2\pi r (r+h)} = \frac{\pi \cdot (4,5)^2 \cdot 1}{2\pi \cdot 4,5 (4,5+1)} = 0,41 \text{ cm} \quad (\text{Eq. 6})$$

$$L_c = 0,0041 \text{ m}$$

Com a posse do valor de $L_c = 0,0041 \text{ m}$, o número de Biot foi determinado (Eq.5), utilizando o (k) apresentado na tabela 2. O coeficiente convectivo (h) possui valores entre $5 \text{ e } 10 \text{ W/m}^2\text{K}$ para um congelador com ar forçado como um túnel de congelamento (TADINI et al., 2016). Com isso, utilizou-se o valor de $h = 10 \text{ W/m}^2\text{K}$ para os cálculos.

$$Bi = \frac{10 \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right) 0,0041 \text{ m}}{0,57 \left(\frac{\text{W}}{\text{m K}} \right)} = 0,07$$

Considerando o valor do número de Biot $Bi = 0,07 < 0,1$, dentro do permitido, a análise do sistema aglomerado pode ser aplicada. Aplicando a temperatura do hambúrguer ao final da etapa de congelamento $T_0 = -18^\circ\text{C}$, a temperatura do ar constante $T_\infty = -30^\circ\text{C}$ e a temperatura inicial do hambúrguer $T_i = 4^\circ\text{C}$. Para calcular o tempo necessário para uma

unidade de hambúrguer atingir -18°C , primeiramente deve-se calcular o coeficiente b , também chamada de constante do tempo, resultante da integração do sistema de balanço de energia no sólido num intervalo de tempo dt . O cálculo dá-se através da equação (Eq.7) e substituí-lo na equação seguinte (Eq.8) (ÇENGEL; GHAJAR, 2012). Os valores de densidade (ρ) e calor específico (Cp) estão contidos na Tabela 2.

$$b = \frac{h}{\rho Cp Lc} \quad (\text{Eq. 7})$$

$$b = \frac{h}{\rho Cp Lc} = \frac{10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}}{1027,01 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3680 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \cdot 0,0041 \text{ m}} = 6,45 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

$$b = 6,45 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

$$\frac{T_0 - T_{\infty}}{T_i - T_{\infty}} = e^{-bt} \rightarrow t = -\frac{1}{b} \ln \left[\frac{T_0 - T_{\infty}}{T_i - T_{\infty}} \right] \quad (\text{Eq. 8})$$

$$t = -\frac{1}{b} \ln \left[\frac{T_0 - T_{\infty}}{T_i - T_{\infty}} \right] = -\frac{1}{6,45 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}} \ln \left[\frac{-18 - (-30)}{4 - (-30)} \right] = 1614,6 \text{ s}$$

$$t = 1614,6 \text{ s}$$

A soma total de calor trocado entre o corpo e seu entorno durante o processo de congelamento, no período de tempo encontrado, corresponde essencialmente à variação na energia do corpo. A determinação da quantidade total de calor Q é efetuada por meio da aplicação da equação (Eq. 9) (ÇENGEL; GHAJAR, 2012).

$$Q = mCp[T_i - T_0] \quad (\text{Eq. 9})$$

Para esse propósito, é necessário transformar a equação para elementos conhecidos. Os valores de densidade (ρ) e calor específico (Cp) estão contidos na Tabela 3. O volume do hambúrguer (V) as temperaturas foram determinadas anteriormente. Com isso, tem-se que:

$$Q = mCp[T_i - T_0] = \rho V Cp [T_i - T_0] = \rho \pi r^2 h Cp [T_i - T_0]$$

$$Q = 1027,01 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \pi \cdot (4,5)^2 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ m} \cdot 3680 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} [4 - (-18)] \text{ K}$$

$$Q = 5289566,4 \text{ J} = 5289,6 \text{ KJ}$$

O calor retirado para reduzir a temperatura de uma unidade de hambúrguer de 4°C para -18°C é de **5289,6 KJ**. Considerando que esse processo ocorre em **1614,6** segundos, podemos calcular uma taxa de transferência de calor de **3,27kW**. Assim, ao produzir **12541254** unidades de hambúrguer, estima-se uma necessidade de retirar calor do produto total de **4100,6 kW**.

Balanço de Energia na etapa de armazenamento

Em um sistema de refrigeração, a quantidade de calor que deve ser removida é conhecida como carga térmica. Em uma câmara fria, onde se busca manter a temperatura de armazenamento do produto, calcula-se a carga em estado estacionário. Para o cálculo de forma simplificada, inclui-se a taxa de perda de calor devido ao material de isolamento da câmara, a abertura de portas, a presença de lâmpadas, a circulação de pessoas e os ventiladores do evaporador, gerando uma carga térmica total mediante o somatório de todas as taxas (TADINI et al., 2016).

Considerando que uma câmara fria apresenta as seguintes dimensões (comprimento x largura x altura), respectivamente **10 x 10 x 5 m**; isolada termicamente com a espessura $x = 0,25m$ de poliestireno expandido, possuindo coeficiente de condutividade térmica $K_{\text{isolante}} = 0,034 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, segundo Tadini et al (2016). A temperatura interna da câmara é constante aos -20°C(253,15K), o suficiente para manter os hambúrgueres embalados a -18°C. A temperatura da área externa à câmara é de 22°C(295,15K).

Determinação da carga térmica por condução

Primeiramente, deve-se calcular a área superficial, considerando a área das quatro paredes e do teto da câmara fria, obtendo:

$$A = [2(10 \cdot 5) + 2(10 \cdot 5) + (10 \cdot 10)] = 300 \text{ m}^2$$

Para o cálculo da carga térmica, deve-se utilizar a equação (Eq. 10) de acordo com Tadini et al (2016), onde K_{isolante} é a condutividade térmica do material isolante, A é a área superficial, ΔT é a diferença entre as temperaturas interna e externa e o ΔX é a espessura do poliestireno. Logo:

$$q_1 = -K_{\text{isolante}} A_x \frac{\Delta T}{\Delta X} \quad (\text{Eq. 10})$$

$$q_1 = -0,034 \frac{\text{W}}{\text{m K}} \cdot 300 \text{ m}^2 \cdot \frac{(253,15 - 295,15) \text{ K}}{0,25 \text{ m}} = 1713,6 \text{ W}$$

$$q_1 = 1713,6 \text{ W} \quad q_1 = 1713,6 \text{ W}$$



Determinação da taxa de perda de calor por abertura de porta

Considerando que a câmara possui duas portas e que são abertas duas vezes a cada hora, com duração média de 3 minutos cada abertura. As dimensões da porta são 3 x 2,5m. Para o cálculo da carga térmica, deve-se utilizar a equação (Eq. 11) de acordo com Tadini et al (2016), onde w é o comprimento da porta, ΔT é a diferença entre as temperaturas interna e externa e o H é a altura da porta. Logo:

$$q_2 = 2126 \cdot w \cdot [e]^{0,0484(\Delta T)} H^{1,71} \quad q_2 = 2126 \cdot w \cdot [e]^{0,0484(\Delta T)} H^{1,71} \quad (\text{Eq. 11})$$

$$q_2 = 2126 \cdot 3 \cdot [e]^{0,0484(-20-(22))} (2,5)^{1,71}$$

$$q_2 = 4002,4 \text{ W} \cdot 2 \text{ portas} = 8004,8 \text{ W}$$

$$q_2' = 8004,8 \text{ W}$$

Calculando-se o tempo total por abertura de porta, tem-se que:

$$t_{total} = n_{aberturas} \cdot t_{aberturas} = 2 \cdot (2 \frac{\text{abertura}}{h} \cdot 3 \frac{\text{min}}{\text{abertura}} \cdot 60 \frac{s}{\text{min}}) = 720s$$

$$t_{total} = 720s$$

A perda de calor pelo tempo de 1h referente a abertura das duas portas da câmara será calculada pela equação (Eq. 12), com isso:

$$q_2 = q_2' \cdot t_{total} \quad q_2 = q_2' \cdot t_{total} \quad (\text{Eq. 12})$$

$$q_2 = q_2' \cdot t_{total} = 8004,8 \text{ W} \cdot 720s \cdot \frac{1h}{3600s} = 1600,9 \text{ W}$$

$$q_2 = 1600,9 \text{ W}$$

Determinação da taxa de calor devido a iluminação

A iluminação da câmara fria conta com 12 lâmpadas de 100W cada, acesas durante o período de tempo em que as portas são abertas. Para o cálculo da taxa de calor produzida pela iluminação e a carga devido ao tempo em que as lâmpadas permanecem acesas, deve-

-se utilizar as equações (Eq. 13) e (Eq. 14) respectivamente, de acordo com Tadini et al (2016). Sendo $n_{lâmpadas}$ o número de lâmpadas presente no local e P_o a potência de cada uma.

$$q_3' = n_{lâmpadas} \cdot P_o \quad (\text{Eq. 13})$$

$$q_3' = 12\left(\frac{lâmpada}{1}\right) \cdot 100\left(\frac{W}{lâmpada}\right) = 1200W$$

$$q_3' = 1200W$$

$$q_3 = q_3' \cdot t_{total} \quad (\text{Eq. 14})$$

$$q_3 = 1200W \cdot 720s \cdot \frac{1h}{3600s} = 240W$$

$$q_3 = 240W$$

Determinação da taxa de calor devido a circulação de pessoas

Considerando que existe uma média de 3 pessoas trabalhando a cada abertura de porta. Uma pessoa dentro da câmara fria gera aproximadamente 293 W. Para o cálculo da taxa de calor produzida pela presença das pessoas e a carga devido ao tempo em que as pessoas circulam, deve-se utilizar as equações (Eq. 15) e (Eq. 16) respectivamente, de acordo com Tadini et al (2016). Sendo $n_{pessoas}$ o número de pessoas presente no local e P_o a potência gerada por cada uma.

$$q_4' = n_{pessoas} \cdot P_o \quad (\text{Eq. 15})$$

$$q_4' = 3\left(\frac{pessoas}{1}\right) \cdot 293\left(\frac{W}{pessoa}\right) = 879W$$

$$q_4' = 879W$$

$$q_4 = q_4' \cdot t_{total} \quad (\text{Eq. 16})$$

$$q_4 = 879W \cdot 720s \cdot \frac{1h}{3600s} = 175,8W$$

$$q_4 = 175,8W$$



Determinação da taxa de calor devido os ventiladores do evaporador

Considerando que a câmara conta com um evaporador com 3 ventiladores, cada um com motor que gera aproximadamente 250W, todos trabalhando 24h por dia. Para o cálculo da taxa de calor produzida pelos ventiladores, deve-se utilizar as equações (Eq. 17), de acordo com Tadini et al (2016). Sendo $n_{\text{ventiladores}}$ o número de pessoas presente no local e P_o a potência gerada por cada um.

$$q_5 = n_{\text{ventiladores}} \cdot P_o \quad (\text{Eq. 17})$$

$$q_5 = 3 \cdot 250W = 750W$$

$$q_5 = 750W$$

Determinação da carga térmica total

Para o cálculo da carga térmica total, faz-se necessário somar todos as taxas de calor perdidas ou geradas através da equação (Eq. 18). Considera-se a perda causada devido ao isolamento (q_1), a perda causada por abertura da porta (q_2), geração causada pela iluminação (q_3), geração causada pelas pessoas (q_4) e a geração causada pelos ventiladores do evaporador (q_5) e ainda a necessidade de retirar calor do produto calculada na etapa de congelamento (q_6) no de 4100,6 kW. Com isso, temos que:

$$q_{\text{total}} = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 \quad (\text{Eq. 18})$$

$$\begin{aligned} q_{\text{total}} &= 1,7136 \text{ kW} + 1,6009 \text{ kW} + 0,240 \text{ kW} + 0,1758 \text{ W} + 0,750 \text{ W} + 4100,6 \text{ kW} \\ &= 4105,1 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$q_{\text{total}} = 4105,1 \text{ kW}$$

Produção de hambúrguer a partir do aproveitamento de
aparas de atum (*Thunnus* spp.)



ANÁLISE ECONÔMICA

A análise econômica de um produto revela a interação entre diferentes categorias de custos, sejam eles diretos ou indiretos, fixos ou variáveis. Compreender essa distinção é essencial para uma gestão financeira eficaz, impactando na definição de preços, no controle de despesas e nas estratégias de produção e comercialização.

Custos diretos são despesas relacionadas diretamente à produção, como materiais, mão de obra e embalagens, geralmente mensurados em unidades de consumo (HANSEN; MOWEN, 2011). Custos indiretos são despesas que não podem ser diretamente associadas a um produto ou serviço específico e requerem métodos de alocação para distribuição. Exemplos incluem aluguel, salários administrativos, energia e manutenção, que não podem ser vinculados diretamente a um único item de produção. Custos variáveis se ajustam com a produção, como mão de obra, comissões e matérias-primas, enquanto custos fixos permanecem constantes, independentemente da produção (CREPALDI, 2017).

Na análise de custo da produção do hambúrguer de atum, foram levados em conta diversos elementos financeiros da empresa, incluindo os custos fixos e variáveis. Abrangendo aspectos como despesas com a equipe de trabalho, aquisição de matérias-primas, consumo de energia elétrica, aquisição de materiais e utensílios, além das despesas relacionadas à operação industrial.

Custos Fixos

Custos referentes à mão de obra

Para os custos com mão de obra foi considerado o salário mínimo base de acordo com a Lei nº 14.663, de 28 de agosto de 2023, que definiu o valor do salário mínimo de R\$ 1.320,00 (mil trezentos e vinte reais) a partir de 1º de maio de 2023 e estabelece que a política de valorização contínua do salário entrará em vigor em 1º de janeiro de 2024. Também foram considerados os encargos sociais (FGTS, FGTS/Provisão de multa para rescisão, total previdenciário e previdenciário sem 13º e férias) e trabalhistas (13º e férias), mediante a empresa ser uma indústria optante pelo simples nacional, totalizando uma porcentagem de 32,82% sobre o salário base de cada funcionário (GUIA TRABALHISTA, 2023).

Os salários dos funcionários foram determinados com base no salário médio no Brasil. Para estabelecer o salário do Engenheiro de Alimentos, seguiu-se a Lei nº 4.950, de 22 de abril de 1966, que regula a remuneração de profissionais diplomados em Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Os engenheiros têm um Salário Mínimo Profissional (SMP) definido por lei, válido em todo o país, e este valor está relacionado ao salário mínimo atual, variando de acordo com a jornada diária de trabalho. Para nossos cálculos, adotou-se uma jornada diária de 6 horas.

Conforme apresentado na Tabela 4, estimou-se que o custo de mão de obra para produção diária de 1254 unidades de hambúrgueres de atum é de R\$1.654,03 reais, com o custo de R\$1,32 reais por unidade de hambúrguer.

Tabela 4. Análise dos custos de mão de obra

Cargo	Nº de funcio- nários	Salário base (R\$)	Encargos (R\$)	Custo total (R\$)	Custo de pro- dução por dia
Engenheiro de Alimentos	1	6.600,00	2.166,12	8.766,12	438,31
Técnico de Alimentos	1	1.800,00	590,76	2.390,76	119,54
Monitor de qualidade	2	1.520,45	499,01	4.038,92	201,95
Auxiliar de produção	2	1.411,23	463,17	3.748,79	187,44
Auxiliar de estoque	1	1.320,00	433,22	1.753,22	87,66
Auxiliar de recebimento	1	1.320,00	433,22	1.753,22	87,66
Auxiliar de expedição	1	1.320,00	433,22	1.753,22	87,66
Auxiliar de serviços gerais	1	1.320,00	433,22	1.753,22	87,66
Administrador	1	2.334,04	766,03	3.100,07	155,00
Operador de máquinas	1	1.414,00	496,89	2.010,89	100,54
Motorista	1	1.515,00	497,22	2.012,22	100,61
Custo Total (R\$)	13	23.294,72	7.645,33	38.461,52	1.654,03

Fonte: Autoria própria (2023)

Custos Variáveis

Custos com Energia Elétrica

Para análise dos custos de Energia Elétrica considerou-se a Resolução Homologatória nº 3.187, de 18 de abril de 2023, que aprova os resultados da Revisão Tarifária Periódica de 2023 da Companhia Energética do Rio Grande do Norte, também conhecida como Neoennergia Cosern. Além disso, aborda as tarifas de energia (TE) e as tarifas de uso do sistema de distribuição (TUSD), estabelecendo a taxa de R\$ 0,68921 por quilowatt-hora (*kWh*) para o grupo B3, que abrange atividades comerciais, de serviços e outras, incluindo a indústria (NEOENERGIA, 2023).

Conforme a Tabela 5 apresenta, o custo com energia elétrica para produção diária de 1254 unidades de hambúrgueres de atum é de R\$345,75 reais, com o custo de R\$0,27 por unidade de hambúrguer.



Tabela 5. Análise dos custos com Energia Elétrica

Equipamentos	Quantidade	Potência (kW)	Tempo (h)	Consumo (kWh)	Custo (R\$)
Balança analítica	2	0,014	2	0,028	0,02
Moedor	1	2,2	3	6,600	4,55
Misturador	1	1,18	3	3,540	2,44
Modeladora	1	0,2	2	0,400	0,28
Embaladora	1	0,3	3	0,900	0,62
Túnel de congelamento	1	49,7	6	298,200	205,52
Câmara fria	1	8	24	192,000	132,33
Custo Total (R\$)	8	61,594	43	501,668	345,75

Fonte: Autoria própria (2023)

Custos com Insumos

Para a avaliação do custo dos insumos, adotou-se o custo nulo para a matéria-prima do atum, uma vez que se trata de uma matéria-prima reaproveitada. Esta consideração é aplicada em um contexto de produção diária de 1254 unidades de hambúrguer de carne de atum, cada uma com um peso de 90g. Os valores de custo individual de cada componente estão listados na Tabela 6.

De acordo com os dados presentes na tabela, o custo total dos insumos é de R\$62,35. Consequentemente, o custo unitário diário para produzir uma unidade de hambúrguer de carne de atum é estimado em R\$0,05.

Tabela 6. Análise dos custos com os Insumos

Ingredientes	Preço/kg (R\$)	kg/dia	Custo diário (R\$)
Atum moído	0,00	109,61	0,00
Alho em pó	10,30	0,241	2,48
Fumaça	23,66	0,482	11,40
Lemon pepper	18,60	0,241	4,48
Páprica picante	10,99	0,096	1,06
Pimenta em pó	22,90	0,096	2,20
Sal	2,50	0,723	1,81
Salsinha desidratada	26,90	1,447	38,92
Custo Total (R\$)	115,85	112,94	62,35

Fonte: Autoria própria (2023)

Despesas industriais

É possível considerar algumas despesas adicionais na análise de custos, uma vez que desempenham um papel essencial na produção de hambúrgueres. Nesse contexto, foram definidos valores diários de produção apresentados na Tabela 7. Para cada lote de hambúrgueres, o custo associado às despesas industriais é de R\$1650,00 reais, resultando em um custo de R\$1,32 reais por unidade de hambúrguer.

Tabela 7. Análise dos custos com as Despesas Industriais

Despesas	Custo por produção (R\$)
Água	200,00
Embalagens	900,00
Material de limpeza	150,00
Material laboratorial	400,00
Custo Total (R\$)	1650,00

Fonte: Autoria própria (2023)

Custo Total de Produção

Ao consolidar os valores relativos aos custos fixos e variáveis, obtidos ao longo da análise econômica, é possível determinar o custo total de produção, conforme ilustrado na Tabela 8. Conforme evidenciado, em um cenário de produção de 1254 unidades de hambúrgueres de atum, o custo unitário se estabelece em R\$2,94 reais.

Tabela 8. Custo unitário do hambúrguer

Custos	Valor por produção (R\$)
Mão de obra	1,31
Equipamentos	0,27
Insumos	0,05
Despesas industriais	1,31
Custo Total (R\$)	2,94

Fonte: Autoria própria (2023)

O hambúrguer de atum será comercializado em embalagens secundárias contendo seis unidades, totalizando 540g. O custo estimado por caixa é de R\$17,64, com a adição de uma margem de lucro inicial de 40%, o que resulta em um preço de R\$24,70 por embalagem. Ao comparar com produtos similares, como pacotes contendo seis hambúrgueres de carne bovina e de frango, onde os preços variam de R\$16,79 a R\$27,89 por uma quantidade total de 672g de produto, e levando em consideração hambúrgueres feitos com 100% de carne bovina, com um preço médio de R\$26,49 por 572g de produto, pode-se concluir que o hambúrguer de atum oferece uma opção competitiva no mercado, com um preço atraente em relação aos produtos concorrentes.



Produção de hambúrguer a partir do aproveitamento de
aparas de atum (*Thunnus* spp.)



TRATAMENTO DE RESÍDUOS

Para o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos e efluentes líquidos gerados em processos industriais, há a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, também conhecida como “Política Nacional de Resíduos Sólidos”, que estabelece os princípios, metas e métodos para lidar com eficácia com todos os tipos de resíduos, inclusive os perigosos (BRASIL, 2010). Define os responsáveis e como financiar as ações necessárias. No caso dos efluentes líquidos, é de extrema importância que sejam devidamente tratados em uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), que simula de maneira mais eficiente e acelerada os processos naturais. O descarte de efluentes na natureza deve estar em conformidade com a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a qual classifica os diferentes tipos de efluentes e estabelece os corpos de água mais adequados à sua disposição (BRASIL, 2005).

Resíduos Sólidos

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, no processamento do hambúrguer de atum são gerados resíduos domiciliares e industriais. Os domiciliares são referentes às áreas anexas à indústria, como vestiários, escritórios e refeitório. Os industriais incluem desde a carcaça do atum resultante da filetagem, restos de pele e da etapa de retirada de partes indesejáveis, até as embalagens dos insumos utilizados no processo e descartes das embalagens primária e secundária.

Para os resíduos gerados a partir do atum, podem ser doados para estudos científicos em institutos e universidades pois eles contêm proteínas, lipídios e uma concentração nutricional significativa, incluindo ácidos graxos ômega-3, carboidratos e outros componentes de grande relevância biológica, contribuindo para avanços de processos biotecnológicos e o uso sustentável desse material (GONÇALVES, 2011). Existe o potencial de serem transformados em farinha por meio de moagem e secagem, com aplicação na alimentação animal, incluindo o retorno à piscicultura como ração, representando uma estratégia viável e atrativa (PIRES *et al.*, 2014). Além disso, os resíduos de pescados podem ser empregados como adubo orgânico, uma vez que representam uma fonte rica em nutrientes, incluindo nitrogênio (N), potássio (K) e fósforo (P) para as plantas e devido à sua alta capacidade de biodegradação (DECKER *et al.*, 2016).

Os resíduos gerados através das embalagens são devidamente separados e destinados à coleta de reciclagem, reduzindo a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários, o que prolonga a vida útil desses locais e reduz a necessidade de criar novas embalagens. E gera empregos em várias etapas, desde a coleta e triagem até o processamento e a fabricação de produtos reciclados. Isso contribui para o crescimento econômico e o desenvolvimento local. Os demais resíduos domiciliares são devidamente separados e destinados à coleta local, promovendo a conscientização ambiental entre os funcionários e a comunidade em geral, incentivando a adoção de práticas mais sustentáveis.

Resíduos Líquidos

Os efluentes líquidos produzidos originam-se das atividades de lavagem de equipamentos, pisos, utensílios, procedimentos de higienização pessoal, entre outros. Estes efluentes podem conter uma elevada concentração de resíduos orgânicos provenientes do processamento do pescado, incluindo matéria orgânica potencialmente poluente. As-



sim, é necessário submetê-los a um tratamento prévio antes de seu descarte (PIRES et al., 2014).

Para isso, é utilizado um sistema de tratamento de efluentes da Águas Claras Engenharia, específico para indústria de pescados, apresentado pela Figura 23. Os efluentes brutos passam por gradeamento e são direcionados para um equalizador. Posteriormente, são encaminhados para um decantador primário, onde ocorre a remoção de sólidos e a pré-estabilização anaeróbia dos materiais orgânicos. Um coagulante orgânico é adicionado no decantador primário, seguido da separação de sólidos. O efluente tratado segue para um reator de lodo ativado para remoção de nutrientes e tratamento aeróbio. Parte do efluente vai para um decantador secundário para separação de sólidos, e outra parte vai para o compartimento anóxico (baixo teor de oxigênio). O lodo biológico é recirculado entre o reator e o decantador primário para digestão e adensamento.

O efluente do decantador secundário passa por desinfecção e está pronto para o descarte adequado. Após todo o processo, o lodo é desidratado e pode ser utilizado como fertilizante agrícola ou disposto em aterros sanitários adequados. O efluente tratado pode ser descartado em corpos d'água de acordo com a Resolução CONAMA nº 357 (CONAMA, 2011).

Figura 26. Estação de tratamento de efluentes simplificado



Fonte: Águas Claras Engenharia (2023)

Produção de hambúrguer a partir do aproveitamento de
aparas de atum (*Thunnus* spp.)



CONSIDERAÇÕES FINAIS

As referências examinadas demonstraram de forma convincente a centralidade da inovação no setor de alimentos, dada a expansão populacional e o consequente avanço tecnológico, demandando alternativas cada vez mais sustentáveis e economicamente viáveis para a comercialização de alimentos. O hambúrguer de atum surge como uma promissora solução para as indústrias que já operam com esse pescado, bem como para os consumidores que apreciam tanto produtos à base de peixe quanto hambúrgueres tradicionais. Além disso, considerando a riqueza nutricional do atum, um dos recursos marinhos mais valiosos globalmente, a correta industrialização desse hambúrguer, se realizada de maneira ecologicamente responsável, pode contribuir significativamente para o alcance das metas globais estabelecidas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para combater a desnutrição até 2030. Esse esforço também está alinhado com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), fortalecendo a luta contra a fome, promovendo a segurança alimentar, inovação na indústria e produção responsável. Assim, o hambúrguer de atum representa não apenas uma oportunidade de negócios, mas também um passo concreto em direção a um futuro mais sustentável.

REFERÊNCIAS

ABIA. Associação Brasileira da indústria de alimentos. **Hambúrgueres Industrializados**. Nutrição prática de forma segura e sustentável. BB Editora, 2021. São Paulo, SP. 1ª Edição. Disponível em: <https://ital.agricultura.sp.gov.br/hamburgueres/4/>. Acesso em: 02 de nov. 2023

BALANÇASNET. **Balança Eletrônica Inox 100kg com Coluna** - Micheletti. Balançasnet. Disponível em: <https://www.balancasnet.com.br/1-balanca-industrial/eletronica-inox-com-coluna/balanca-eletronica-inox-100kg-com-coluna-micheletti>. Acesso em: 25 set. 2023

BALANÇASNET. **Balança Toledo Pesadora e Contadora 5kg** - Pronta Entrega. Balançasnet. Disponível em: <https://www.balancasnet.com.br/1-balanca-industrial/contadora/balanca-toledo-pesadora-e-contadora-5kg-pronta-entrega>. Acesso em: 15 set. 2023

BARBOSA, F. C., HARTWING, N., CARBONERA, N. (2014). **Reaproveitamento de aparas de pescado para elaboração de hambúrguer**. Arquivos do XXII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas, p. 4. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2014/CA_00997.pdf. Acesso em: 23 out. 2023

BRASIL TREND FOODS 2020: **Tendências Brasileiras da Alimentação**. Scuada. Disponível em: <https://www.scuada.com.br/blog/brasil-trend-foods-2020-tendencias-brasileiras-da-alimentacao/>. Acesso em: 22 out. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Instrução Normativa - IN nº 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, out. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-75-de-8-de-outubro-de-2020-282071143> . Acesso em: 22 out. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 359, de 19 de dezembro de 2019. Estabelece os aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em pescado e produtos de pescado. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Edição 249, Seção 1, pág. 83, Brasília - DF 26 dez. 2019. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-329-de-19-de-dezembro-de-2019-235414834>. Acesso em: 23 out. 2023.

BRASIL. CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. **Diário Oficial da União**, Brasília, 16 de maio de 2011, nº 92, Seção 1. P. 89. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/CONAMA/RE0430-130511.PDF>.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Resolução – RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Edição 195, Seção 1, pág. 106, Brasília/DF, 09 de out. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-de-diretoria-colegiada-rdc-n-429-de-8-de-outubro-de-2020-282070599> . Acesso em: 21 out. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Resolução – RDC nº 259, de 8 de setembro de 2002. Aprova o regulamento técnico para rotulagem dos alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 22 de dez. 2000. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0259_20_09_2002.html Acesso em: 21 out. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 727, de 1º de julho de 2022. Dispõe sobre a rotulagem dos alimentos embalados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Edição 126, Seção 1, pág. 213, Brasília - DF 06 jul. 2022. Disponível em:

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-727-de-1-de-julho-de-2022-413249279> . Acesso em: 23 out. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Resolução – RDC nº 275, de 21 de outubro



de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 23 de out. 2003. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/res0275_21_10_2002_rep.html. Acesso em: 21 out. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Portaria nº1428, de 26 de novembro de 1993. Aprova na forma dos textos anexos, o “Regulamento Técnico para Inspeção Sanitária de Alimentos” - COD-100 a 001.0001, as “Diretrizes para o Estabelecimento de Boas Práticas de Produção e de Prestação de Serviços na Área de Alimentos” - COD- 100 a 002.0001, e o “Regulamento Técnico para o Estabelecimento de Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ's) para Serviços e Produtos na Área de Alimentos”. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 02 de dez. 1993. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1993/prt1428_26_11_1993.html.

Acesso em: 31 out. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Portaria nº326, de 30 de julho de 1997. Aprova o Regulamento Técnico: Condições Higiênicas-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 01 de ago. 1997. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs1/1997/prt0326_30_07_1997.html. Acesso em: 22 out. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Portaria GM/MS nº888, 4 de maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 07 de mai. 2021.

Disponível em:

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 30 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Portaria nº185, de 13 de maio de 1997. Aprovar o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado). **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 1 de maio. 1997. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=19/05/1997&jornal=1&pagina=46&totalArquivos=96>. Acesso em: 29 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Portaria nº46, de 10 de fevereiro de 1998. Institui o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC a ser implantado, gradativamente, nas indústrias de produtos de origem animal sob o regime do Serviço de Inspeção Federal – SIF. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 10 de fev. 1998. Disponível em:

<https://wp.ufpel.edu.br/inspleite/files/2020/11/Portaria-n46-de-10-de-Fevereiro-de-1998-APPCC.pdf>. Acesso em: 31 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Portaria SAP/MAPA nº408, de 08 de outubro de 2021. Estabelece os critérios de Controle Oficial de Conformidade das condições higiênico-sanitárias de embarcações pesqueiras de produção primária que fornecem matéria-prima para o processamento industrial de produtos da pesca destinados à União Europeia. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 13 de out. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-sap/mapa-n-408-de-8-de-outubro-de-2021-351950447>. Acesso em: 31 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Portaria SAP/MAPA nº310, de 24 de dezembro de 2020. Estabelece os critérios e requisitos higiênico-sanitários de embarcações pesqueiras de produção primária, que fornecem matéria-prima para o processamento industrial de produtos da pesca destinados ao mercado nacional e internacional. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 29 de dez. 2020. Disponível em:

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-sap-map-a-n-310-de-24-de-dezembro-de-2020-296725023>. Acesso em: 31 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Portaria nº724, de 23 de de-

zembro de 2022. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do hambúrguer. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 23 de dez. 2022. Disponível em:

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-sda-n-724-de-23-de-dezembro-de-2022-453548742>. Acesso em: 22 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. Decreto N° 10.468, de 10 de agosto de 2020. Dispõe sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 19 ago. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.468-de-18-de-agosto-de-2020-272981604> . Acesso em: 22 out. 2023.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 14.663, de 28 de agosto de 2023. Define o valor do salário mínimo a partir de 1º de maio de 2023. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, agosto. 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/L14663.htm Acesso em: 22 out. 2023.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 03 de ago. 2010. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm Acesso em: 21 out. 2023.

BRILL, RICHARD W., ET AL. Bigeye tuna (*Thunnus obesus*) behavior and physiology and their relevance to stock assessments and fishery biology. Col. **Vol. Sci. Pap. ICCAT**, v. 57, n. 2, p. 142-161, 2005.

BU, Y. ; HAN, M. ; TAN, W. ; ZHU, W. ; LI, X. ; LI, J. Changes in quality characteristics of southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*) during refrigerated storage and their correlation with color stability. **LWT**, Volume 154, 2022, 112715, ISSN 0023-6438. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112715>. Acesso em: 23 out. 2023.

CETRO. **Seladora a Vácuo DZ-500 com ATM**. Cetro. Disponível em: https://www.cetro.com.br/seladora-a-vacuio-dz-500-com-atm/p?idsku=823&gclid=Cj0KCQjwusunBhCYARIsAFBsUP_EwWuv4I-q9R9QNg-6Qte-9IcfdlBGbBWfrgp9ovCfFm8JFzew4DqkaAnPSEALw_wcB. Acesso em: 15 out. 2023

CREPALDI, S. A. **Contabilidade gerencial: teoria e prática**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

DECKER, A.T., RODRIGUES, E. A., ALMEIDA, J. C., QUADRO, M. S. S., LEANDRO, D., ANDREZA, R., BARCELOS, A. A. (2016). Avaliação dos possíveis impactos ambientais dos resíduos de pescado na localidade de Pelotas/RS. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, 2(1), 1-10. Disponível em: [file:///D:/Downloads/6186-34396-1-PB%20\(2\).pdf](file:///D:/Downloads/6186-34396-1-PB%20(2).pdf)

EUROPA, Conselho da União Europeia (CE). **Regulamento CE nº 2406, de 26 de novembro de 1996**. Relativo à fixação de normas comuns de comercialização para certos produtos da pesca. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:31996R2406>. Acesso em: 01 nov. 2023

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Biological characteristics of tuna**. 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/fishery/en/topic/16082>. Acesso em :19 jun.2023

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of Food Security and Nutrition in the World 2021. **Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all**. Rome, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb4474en/cb4474en.pdf>. Acesso em: 23 jun.2023

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Programas no Brasil**. 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/programas-e-projetos/pt/>. Acesso em:19 ago.2023

FELDER, RICHARD M.; ROUSSEAU, RONALD W.; BULLARD, LISA G. Princípios Elementares dos Processos Químicos, 4ª edição. [S.L]: Grupo GEN, 2017. E-book. ISBN 9788521634935. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521634935/>. Acesso em: 01 nov. 2023.

FELLOWS, P. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.



FIGUEIREDO, M. B. **Biologia reprodutiva da albacora Bandolim (*Thunnus Obesus*) no oceano Atlântico Oeste Tropical**. 2007. 64 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

GALVÃO, J.A. **Boas práticas de fabricação**: da despesca ao beneficiamento do pescado. São Paulo, 2010.

GASER. Formadora Automática de Hambúrgueres - Mod. V-3000-CP. Disponível em: <https://www.gaser.com/pt/maquinaria/modeladoras/formadora-automatica-de-hamburgueres-mod-v-3000-cp.html>. Acesso em: 15 set. 2023

GONÇALVES, A. A. (2011). **Tecnologia do Pescado**: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação. Atheneu.

GOVERNO FEDERAL. Sistema Integrado de Comércio Exterior (Siscomex). **Sistema APPCC (HAC-CP)**. Disponível em: <https://www.gov.br/siscomex/pt-br/servicos/aprendendo-a-exportar/conhecendo-temas-importantes-1/sistema-appcc-haccp>. Acesso em: 22 out. 2023.

GUERREIRO, LILIAN. **Produção de hambúrguer**. Rio de Janeiro: Redetec, 2021. Disponível em: <http://respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MjU=>. Acesso em: 11 ago. 2023.

GUIA TRABALHISTA. **Custos Trabalhistas**. Disponível em: <https://www.guiatrabalhista.com.br/tematicas/custostrabalhistas.htm>. Acesso em: 22 de outubro de 2023.

HANSEN, D. R.; MOWEN, M. M. **Gestão de custos**: contabilidade e controle. São Paulo: Pioneira, 2011.

IBARZ, A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V. **Unit Operations in Food Engineering**, CRC Press, 2002

ICCAT, International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas. **REPORT OF THE STANDING COMMITTEE ON RESEARCH AND STATISTICS (SCRS)**. Madrid, 2022.

IFOPE. PPR, PPRO e PCC: **o que são e como aplicar na prática**. 2021. Disponível em: <https://blog.ifopecom.br/ppr-ppro-e-pcc/#:~:text=PCC%3A%20Ponto%20cr%C3%ADtico%20de%20controle,-dos%20n%C3%ADveis%20definidos%20como%20aceit%C3%AAlveis>. Acesso em: 09 jun. 2023

INOX DESIGN RS. **Moedor de Carne B2. Inox Design RS**. Disponível em: https://loja.inoxdesignrs.com.br/categoria/moedores/moedor-de-carne-b2?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&sku=MOEDB22-tri380. Acesso em: 22 set. 2023

INOX DESIGN RS. **Misturador de Carne 1 Eixo 100 Lts. Inox Design RS**. Disponível em: <https://loja.inoxdesignrs.com.br/categoria/misturadeiras/misturador-de-carne-1-eixo-100-lts>. Acesso em: 15 set. 2023.

LIMA, A. **Segurança Alimentar x Segurança de Alimentos**: ainda existem dúvidas nestes termos? Food Safety Brasil, 2017. Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/seguranca-alimentar-x-seguranca-de-alimentos-duvidas/>. Acesso em: 07 jul. 2023

LIRA, M. G., NÓBREGA, M. F. DE., OLIVEIRA, J. E. L. Caracterização da pescaria industrial de espinhel-de-superfície no Rio Grande do Norte. **Boletim do Instituto de Pesca**, [S.L.], v. 43, n. 3, p. 446-458, 25 set. 2017. Boletim do Instituto de Pesca. <http://dx.doi.org/10.20950/1678-2305.2017v43n3p446>.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Pescas industrial e artesanal de atum garantem posição de destaque nas exportações do Rio Grande do Norte**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/pesca-industrial-e-artesanal-de-atum-garante-posicao-de-destaque-nas-exportacoes-do-rio-grande-do-norte>. Acesso em: 20 out. 2023.

MOREIRA, C. V. S. **Hambúrguer de peixe voador (*Hirundichthys Afins*)**: Influência do alecrim (*Rosmarinus Officinalis*) no perfil sensorial e características físico químicas. 2016. 93 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Nutrição) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

NEOENERGIA. **Tabela de tarifas de energia elétrica – Grupo B**. Rio Grande do Norte, 2023. Disponível em: <https://www.neoenergia.com/documents/d/sp/neoenergia-elektro-tarifas-energia-eletrica-grupo-b>. Acesso em: 19 de outubro de 2023.

NÓBREGA, C. C., MENDES, P. P., MENDES, E. S. (2014). Factors that determine the quality of bigeye

tuna, caught in the western tropical Atlantic Ocean. **Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinária E Zootecnia**, 66(3), 949–958. <https://doi.org/10.1590/1678-41627093>

OLIVEIRA, R.B.A. **Qualidade de atuns tipo exportação capturados no litoral de Pernambuco e Rio Grande do Norte, Brasil**. 2009. 107 p. Dissertação (Pós Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009. Acesso em: 29 out. 2023.

PERLIMA LOJA. Bandeira Plana Aço Inox 60x80 Trefilado - BA304600T. Loja Perlma. Disponível em: <https://loja.perlima.com.br/bandejas-para-congelamento/148-bandeja-plana-aco-inox-60x80-trefilado-ba304600t.html>. Acesso em: 11 out. 2023.

PIRES, D. R., MORAIS, A. C. N., COSTA, J. F., GÓES, L. C. D. S., & OLIVEIRA, G. M. (2014). Aproveitamento do resíduo comestível do pescado: Aplicação e viabilidade. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 9(5), 34 – 46.

PRESENZA, L. S. **Desenvolvimento de fishburger utilizando salmão do atlântico (*salmo salar - linnaeus, 1758*)**: caracterização microbiológica, físico-química e sensorial. Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca) - Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Piúna, 2019. Disponível em: https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/584/TCC_Desenvolvimento_de_Fishburger_Utilizando_Salmaa.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 10 jul. 2023

SARTORI, A. G. DE O.; AMANCIO, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, SP, v. 19, n. 2, p. 83–93, 2012. DOI: 10.20396/san.v19i2.8634613. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8634613>. Acesso em: 20 out. 2023.

SACCOMANI, A. P. DE O.; CERQUETANI, D. DE A.; PIZZOLANTE, C. C.; MORAES, J. E.; VIEIRA, V. I.; SOUZA, M. L. R. F. Inclusão de aparas (corte em V) do filé de tilápia defumadas no processamento de hambúrgueres de carne bovina. **Pubvet**, [S. l.], v. 9, n. 05, 2015. DOI: 10.22256/pubvet.v9n5.240-246. Disponível em: <https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/1568>. Acesso em: 20 out. 2023.

SOUZA, A. L. M. DE., CALIXTO, F. A. A., MESQUITA, E. DE F. M. DE., PACKNESS, M. P., & AZEREDO, D. P. (2015). Histamina e rastreamento de pescado: revisão de literatura. **Arquivos Do Instituto Biológico**, 82, 01–11. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000382013>. Acesso em: 23 out. 2023.

TADINI, C. C. et al. **Operações unitárias na indústria de alimentos**. 1 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

VISCONDE INOX. **Carrinho para Túnel de Congelamento de Polpa**. Viscondo Inox. Disponível em: https://www.viscondinox.com.br/_produtos/carrinho-para-tunel-de-congelamento-de-polpa/. Acesso em: 12 out. 2023

ISBN: 978-65-6068-159-0

