



ELISA DE ALMEIDA VICENTE

**RASTREABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DE
PESCADO - UMA REVISÃO**

**LAVRAS – MG
2022**

ELISA DE ALMEIDA VICENTE

**RASTREABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DE PESCADO - UMA
REVISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do
Curso de Engenharia de Alimentos,
para a obtenção do título de Bacharel.

Prof^ª. Dra. Maria Emília de Sousa Gomes

Orientadora

MSc. Ana Luiza de Souza Miranda

Coorientadora

**LAVRAS – MG
2022**

ELISA DE ALMEIDA VICENTE

**RASTREABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DE PESCADO - UMA
REVISÃO**

TRACEABILITY IN THE FISH PRODUCTION CHAIN - A REVIEW

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do
Curso de Engenharia de Alimentos,
para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 21 de Setembro de 2022.

Prof^ª. Dra. Maria Emília de Sousa Gomes

Orientadora

Universidade Federal de Lavras

MSc. Ana Luiza de Souza Miranda

Coorientadora

Universidade Federal de Lavras

MSc. Michelle Carlota Gonçalves

Banca

Universidade Federal de Lavras

**LAVRAS – MG
2022**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre me guiar pelos melhores caminhos e nunca me abandonar nas situações difíceis. À minha família, em especial aos meus pais Dulcinéa e José, por todo amor, incentivo, compreensão, por terem acreditado em mim e me ensinado que a educação faz a diferença. Aos meus irmãos Miguel e Lucas, pelo companheirismo, por deixarem as coisas leves e divertidas nesse percurso. Às minhas avós Zilda e Djanira, pelo carinho, amor, suporte e inspiração como pessoa. Aos meus tios e meus primos pelo apoio e incentivo.

Agradeço a todos os meus amigos que, perto ou longe, sempre se fizeram presentes em cada momento. Também aos amigos que encontrei durante a graduação, que sempre me ajudaram nas matérias, entidades e processos seletivos, aqui encontrei amigos que se tornaram Família e que levarei para sempre em meu coração.

Às entidades que fiz parte CAEAL, NEEB e NETECCH meu muito obrigada por toda a experiência vivida, aprendizado, desenvolvimento e crescimento tanto pessoal, quanto profissional.

A todos os meus professores do curso de Engenharia de Alimentos, pela excelência técnica de cada um, sem o aprendizado passado por vocês eu não seria a profissional que me tornei.

Ao time da Danone, por acreditar em mim, me ensinando e agregando para meu desenvolvimento pessoal e formação profissional.

Por fim, à Universidade Federal de Lavras, agradeço a oportunidade de me tornar Bacharela em Engenharia de Alimentos por meio de uma Universidade pública e gratuita, e por todo suporte oferecido durante os anos de graduação, mesmo em meio às dificuldades encontradas.

RESUMO

Nas últimas décadas houve um escalonamento tecnológico em diversas áreas, incluindo a produção de alimentos. Nesse setor, os pescados também obtiveram enorme crescimento na sua demanda, fazendo com que mais pescas ocorressem em ambientes selvagens ou em fazendas de aquaculturas. Entretanto, o caminho desde a coleta do pescado até a mesa do consumidor se tornou mais complexo, passando por diferentes procedimentos e atingindo diferentes locais, exigindo uma boa rastreabilidade dos produtos. Em virtude do elevado nível de pescados comercializados com identificações erradas e evitar possíveis surtos de infecções alimentares por agentes biológicos ou químicos, o presente estudo busca opções de metodologias para uma eficaz rastreabilidade na cadeia produtiva de pescados com o intuito de permitir que distribuidoras sejam capazes de atender as demandas e não haja lesão ao consumidor. Nesse sentido, é apresentada uma abordagem de análise genética que permite a identificação exata de qual espécie de pescado está sendo comercializada e verificar se corresponde ao nome disposto no rótulo, sendo discutida a viabilidade comercial e prática do método. Ainda, é discutido o uso da tecnologia de etiquetas com identificação por radiofrequência (RFID) na cadeia produtiva de pescados, as quais são capazes de funcionar em ambientes úmidos e em baixas temperaturas, ganhando vantagem em relação ao código de barras por serem identificadas por radiofrequência. Foram encontrados diferentes estudos integrando a tecnologia de RFID a outras metodologias em diferentes sistemas de pescados, buscando formas de uma melhor implementação do método e que seja capaz de funcionar em diferentes escalas para diferentes produtos. Assim, é visto o potencial das etiquetas RFID, sendo um forte aliado para uma melhor precisão e agilidade na distribuição e rastreabilidade dos produtos provenientes da cadeia produtiva de pescados.

Palavras-chave: Pescados, rastreio, identificadores por radiofrequência (RFID).

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. METODOLOGIA	8
3. RASTREABILIDADE NO SETOR ALIMENTÍCIO	8
4. PROBLEMAS NA RASTREABILIDADE	10
4.1 FRAUDE DE PESCADOS A NÍVEL GLOBAL	11
4.2 FRAUDE DE PESCADOS NO BRASIL	12
4.3 ENCADEAMENTOS POLÍTICOS	14
5. RASTREABILIDADE E DNA	15
6. <i>Radio frequency identification</i> (RFID)	22
6.1 RFID NA CADEIA DE PESCADOS	26
6.1.1 RASTREABILIDADE EM PESCADOS (MAR ABERTO)	26
6.1.2 RASTREABILIDADE EM AQUICULTURA	28
7. DISCUSSÃO	30
8. CONCLUSÃO	33
9. REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

A complexidade das interações entre as pessoas está aumentando cada vez mais em função do elevado patamar de globalização que há atualmente. Nesse contexto, há uma rede conectando esses pontos que podem estar unidos por diferentes razões, sejam através de redes sociais, por relações sentimentais entre as pessoas ou por prestação de serviços entre companhias.

De forma pragmática e em escala local, por exemplo, os serviços essenciais na sociedade também podem ser representados por esses pontos, os quais necessitam de forte rastreio para que o serviço em questão ocorra de forma eficiente entre os pontos e que as partes estejam satisfeitas, gerando lucro às empresas e a entrega de um serviço de qualidade ao cliente.

Se tratando de produtos alimentícios, o rastreio desta cadeia de interações torna-se essencial para a garantia de qualidade dos alimentos, entregando produtos com o devido valor nutricional, sem deformidades nas embalagens, sem contaminações por produtos químicos ou por infecções biológicas, o que poderia causar desastres na saúde da população.

Nessa linha, administrar e analisar o rastreio de alimentos é uma tarefa fundamental, mas árdua, em virtude da múltipla peculiaridade dos produtos, os quais podem exigir diferentes meios de coleta, processamento, empacotamento, transporte e etc. Focando em produtos advindos do mar, rios ou fazendas de aquiculturas, por exemplo, todos seguem um padrão de organização, embora haja diferenças entre as metodologias e não haja um consenso de qual a forma de rastreio mais eficiente e que demande grandes gastos.

Talvez devido a ausência de um método consensual, eficiente e que seja acessível às empresas, é observado casos de vendas fraudulentas de peixes, onde um produto é vendido como se fosse outro com mais valor comercial, seja de forma errônea ou proposital, mas lesando os clientes moralmente e financeiramente.

O objetivo desse estudo é apresentar uma análise das necessidades dos sistemas de rastreio nas cadeias produtivas de pescados, mostrando seus problemas e possíveis formas para identificar os erros e evitar entregas indevidas.

Espera-se que o presente trabalho contribua como uma síntese acerca do tema e que seja útil para decisão da melhor estratégia para a rastreabilidade na cadeia de pescados em diferentes escalas e produtos, contemplando a logística empresarial e garantindo maior segurança aos clientes.

2. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido através de uma revisão bibliográfica com pesquisa exploratória, em que foram realizadas buscas em bases eletrônicas de dados como, por exemplo, o Google Scholar e o PubMed, principalmente para trabalhos em inglês, utilizando artigos de, aproximadamente, últimos dez anos sobre o assunto.

Os termos da pesquisa utilizados foram rastreabilidade de pescados, fraude de pescados e etiqueta RFID e seus respectivos termos em inglês (*fish traceability, fish fraud, RFID tag*).

Após pesquisa nas bases de dados, foram realizadas revisão e seleção dos estudos. Ao final, cerca de 70 documentos foram incluídos nesta revisão.

3. RASTREABILIDADE NO SETOR ALIMENTÍCIO

Nas últimas décadas do milênio passado, com o aumento da produção de industrializados, diversos casos de consumidores recebendo alimentos não próprios para consumo foram relatados. Entre a década de 80 e 90, no Reino Unido, houve um surto de encefalopatia espongiforme bovina, conhecida como doença da vaca louca, a qual atinge o sistema nervoso dos bovinos e gera agressividade e falta de coordenação nos animais, além de poder ser letal aos humanos quando a carne contaminada é ingerida (BBC NEWS, 2018). O surto ocorreu em virtude da ração ingerida pelos animais estar contaminada com príon, a proteína responsável pela doença. Ainda, outras situações como a contaminação do leite por melamina na China (WU; CHEN, 2018) e da ração de frango com dioxina na Bélgica (BEARNARD *et al.*, 2002), fortaleceram a necessidade de maior rigor para a rastreabilidade dos alimentos, a fim de tornar mais fácil o trabalho de identificar possíveis lotes impróprios para todo o setor alimentício.

Dessa forma, se torna possível rastrear a trajetória de determinado produto, desde sua origem a qualquer ponto da produção, conhecendo e identificando toda a história da

cadeia produtiva, sendo útil para identificar os momentos em que pode ter ocorrido alguma contaminação no processo. Se tratando de alimentos processados, é importante ter dados desde a colheita, transporte, armazenamento, processamento da distribuição e das vendas (REGATTIERI *et al.*, 2007).

Com essas informações, obtidas através do rastreio, os fabricantes podem identificar os pontos de segurança ou controle de qualidade, determinar a gravidade de possíveis problemas de segurança alimentar, além de reduzir a probabilidade de produtos impróprios, podendo parar a produção a partir de determinado ponto (OLSEN; BORIT, 2018).

Algumas agências governamentais, como o Sistema de Alerta Rápido da União Européia para Alimentos e Rações (RASFF), participaram de iniciativas de supervisão de rastreamentos, além do amparo da Lei de Modernização e Segurança alimentar (EUA) e a Lei Nacional de Sistema de Rastreabilidade de Agricultura e Alimentos, no Canadá (BADIA-MELIS *et al.*, 2015). Todo esse rigor é necessário, visto que os alimentos processados são muito mais frequentes atualmente do que décadas atrás (SILVA; SANJU, 2019), representando mais da metade de todos os alimentos vendidos ao redor do globo (IMAP, 2010).

Antes de chegar ao consumidor, uma série de ações são necessárias durante o processamento do alimento. Os produtos frescos, como frutas ou carne, por exemplo, precisam estar em condições adequadas para a estabilidade do alimento, mantendo seu bom paladar e suas características nutricionais (INTERNATIONAL FOOD INFORMATION COUNCIL FOUNDATION, 2010). Em contrapartida, os alimentos processados diminuem as dificuldades nesse processo devido sua característica de garantir um tempo maior de estabilidade aos alimentos, configurando uma forte importância na dieta mundial. Os processos para a fabricação desses alimentos podem incluir forte aquecimento, resfriamento, defumação, secagem, cozimento por extrusão, fermentação, enlatamento, entre outros, os quais podem melhorar a qualidade dos alimentos (WEAVER *et al.*, 2014)

Há aditivos que podem melhorar a qualidade dos alimentos, prolongando sua vida útil e sua segurança (KUMAR *et al.*, 2015) e, conseqüentemente, diminuindo possíveis problemas que necessitem de maiores detalhes de rastreio. Em pescados, por exemplo, são utilizados o lactato de sódio e lactato de cálcio como reguladores de acidez, estabilidade ou modificando o pH dos produtos. Ainda, são utilizados os ascorbatos de sódio, cálcio e potássio, como antioxidantes, retardando as oxidações dos pescados

(GOV, 2018).

Todas as etapas na cadeia de abastecimento, desde o começo, como moagem de farinhas ou conservação de peixes, à produção de alimentos, como preparo de biscoito ou macarrão, são permissíveis a possíveis problemas que necessitarão de forte rastreio para identificar os lotes não adequados (AUGUSTIN *et al.*, 2016). Assim, reduzir essas possibilidades pode ajudar nas questões de rastreabilidade, além de evitar perdas econômicas.

4. PROBLEMAS NA RASTREABILIDADE

Se tratando do setor agroalimentar primário, algumas implementações podem ser feitas para agilizar a rastreabilidade, tais como, por exemplo, etiquetas de identificação, como códigos de barras ou série de números, podem ser adicionadas nos produtos ou em suas embalagens. Assim, é fácil de identificar a unidade de recursos rastreáveis (do inglês "*traceable resource unit*" - TRU), a qual é necessária para implementação desses sistemas (FAN *et al.*, 2019).

As TRU devem ser únicas e armazenar informações relevantes que a acompanharão durante toda a cadeia (OLSEN; BORIT, 2013), podendo ser encontradas em lotes, unidades comerciais e logísticas (AUNG; CHANG, 2014). A diferença entre essas unidades é que as comerciais são entregues por empresas a empresas para dar sequência à cadeia de suprimentos, enquanto uma unidade logística é gerada por uma empresa antes do transporte ou do armazenamento (KARLSEN *et al.*, 2011).

Com o desenvolvimento das tecnologias de informação, além das etiquetas seriadas nos produtos, também foi possível identificar produtos através de rádio frequência com a utilização de pequenos chips RFID (do inglês *radio-frequency identification* - RFID) grudados em diversos produtos (LUVISI *et al.*, 2016). Outras tecnologias utilizadas atualmente nos sistemas de rastreabilidade é o uso de redes sensoriais sem cabo aliadas a dispositivos portáteis que permitirão o monitoramento em tempo real da localização e pode mostrar dados do ambiente, sendo útil, por exemplo, para produtos frescos, como frutas e/ou carnes (QIAN *et al.*, 2015).

Implementando mais o rastreamento, podem ser utilizados sistemas de apoio à decisão (do inglês *Decision Support Systems* - DDSs) que participaram do processo de aprovação ou rejeição de determinada carga/produtos, os quais se baseiam em dados brutos, conhecimento pessoal e/ou modelos para identificação de pontos relacionados à

segurança alimentar (QIAN *et al.*, 2018).

Entretanto, mesmo com ajuda das tecnologias, todo o processamento dos produtos depende de uma série de fatores, como armazenamento, transporte e operações individuais (DABBENE; GAY, 2011). Considerando indústrias de alimentos processados, há diferentes elementos para administrar, como diferentes líquidos, pós, grãos ou cristais, como açúcar e sal, os quais são armazenados em grandes tanques e que dificilmente são esvaziados de uma vez só. A consequência dessa ação é a mistura de diferentes lotes em um local só, dificultando a precisão do rastreamento.

Considerando indústrias de alimentos como carne, o mesmo problema pode ocorrer de forma diferente, pois, por exemplo, após o abate, a carcaça é dividida em diferentes partes, às quais se misturam com outros pedaços similares, mas sem identificação, dando possibilidade de misturar carne de diferentes animais (SHACKELL, 2008). Assim, fica difícil rastrear os diferentes pedaços do mesmo animal distribuídos nos diferentes setores. Por exemplo, cerca de 10% das amostras de fígados não são correspondentes com o animal de origem (HEATON *et al.*, 2005), gerando incompatibilidade e imprecisões nessa indústria (CRANDALL *et al.*, 2013).

1. 4.1 FRAUDE DE PESCADOS A NÍVEL GLOBAL

É comum ver a comercialização de determinados peixes sendo vendidos como outra espécie, normalmente de maior valor. A rotulagem errônea pode ocorrer de forma não intencional, por erro de identificação correta das espécies (BUCK, 2010) ou por perda de dados sobre o rastreamento do produto na cadeia de processamento (COHEN *et al.*, 2009). As formas mais comuns de ocorrer fraude envolvem erros nos rótulos ou adição de aditivos nos pescados (NEIVA *et al.*, 2015).

As motivações dessas práticas podem ser por uma elevação no lucro, mas, também, como tentativa de escapar das taxas por pesca de espécies em período de defeso, ou seja, em que a pesca é proibida ou controlada em virtude da reprodução da espécie (GUERREIRO *et al.*, 2011), além de comercializar peixes capturados ilegalmente (CAWTHORN *et al.*, 2012).

É possível que nos próximos anos a fraude de pescados aumente já que o consumo global per capita de frutos do mar supera os 20 kg (FAO, 2016) e mais da metade da população mundial consome frutos do mar (Bene *et al.*, 2015), deixando a avaliação do comércio global de pescado em mais de US\$ 135 bilhões (FAO, 2016). Além disso, o

número de fazendas de peixes é crescente nos Estados Unidos desde 1995, segundo relatório da FAO. Embora em 2019 o número de fazendas tenha caído em alguns países, de forma global, o número continua crescendo, indicando a demanda desses produtos. (FAO, 2019). Da mesma forma, a produção mundial de aquicultura de peixes, crustáceos, moluscos e etc por produtos têm crescido ao longo dos anos, saltando de 82 para 85 milhões de toneladas a nível mundial.

Conforme maior o mercado e seu desenvolvimento, melhor deve ser a capacidade de rastreabilidade e precisão de identificação dos pescados que atendam às fiscalizações existentes, como as medidas da Emenda da Organização das Nações Unidas para FAO *Port State Measures Agreement* (PSMA) e os regulamentos adicionados para novos acordos comerciais que estão sendo desenvolvidos e implementados (WILLETTE *et al.*, 2017).

Além da questão ética e de responsabilidade com o consumidor, a fraude relacionada a pescados também oferece risco à saúde das pessoas. A identificação errônea de *Ruvettus pretiosus*, um peixe oleaginoso, e *Lepidocybium flavobrunneum*, chamado de escolar, levou a restrições de ambos os peixes em vários países devido a surtos generalizados após sua ingestão, ocasionando queriorréia, diarreia com aspecto oleoso, nos consumidores (LING *et al.*, 2008).

Outra crise na saúde ocorreu após o baiacu (*Lagocephalus* sp.) ser classificado como tamboril, nos Estados Unidos em 2007, ocasionando danos neurológicos temporariamente nos consumidores (COHEN *et al.*, 2009). Ainda, a alteração de espécies de atum elevou os níveis de mercúrio no atum *light* em conserva, o qual era prescrito como saudável e seguro para gestantes e crianças (JACQUET; PAULY, 2008).

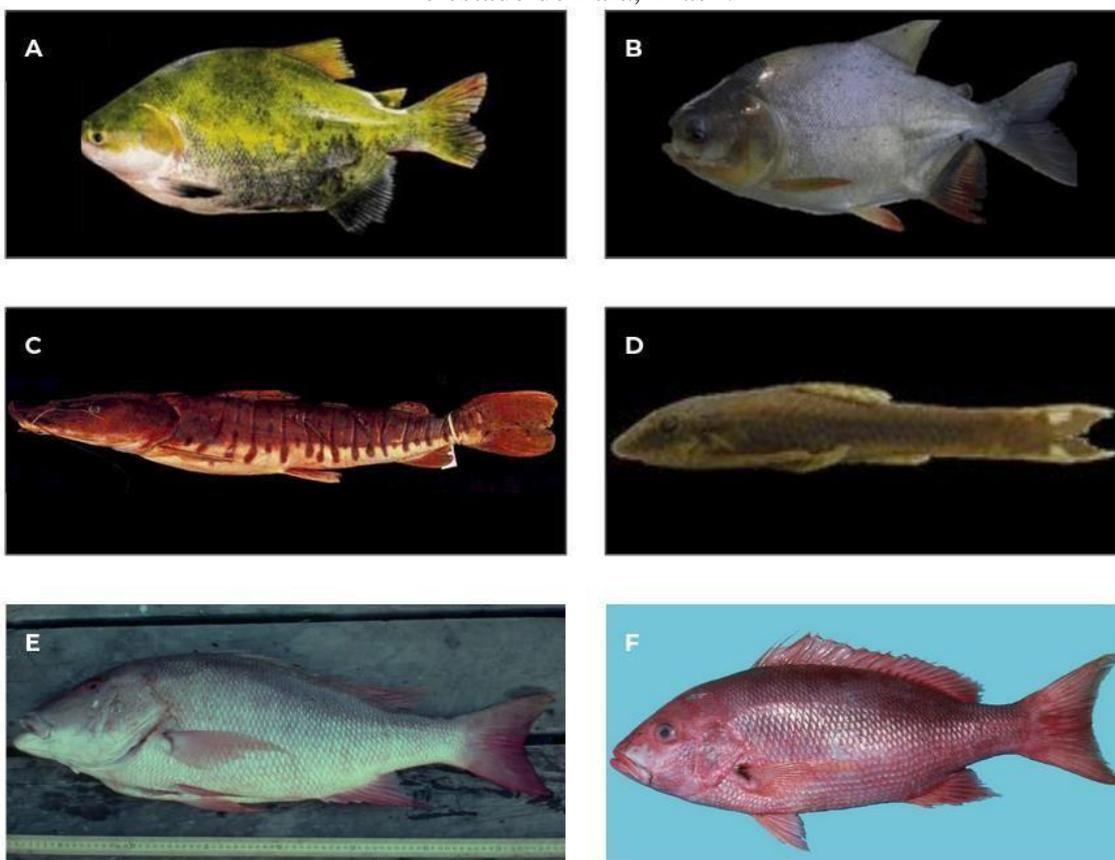
2. 4.2 FRAUDE DE PESCADOS NO BRASIL

Em 2019, dos dez peixes vendidos, quatro eram "falsos" (G1, 2019). Os comerciantes podem aproveitar de características como cor, sabor ou textura, semelhantes à de espécies mais nobres e vender esses peixes como se fossem outros. Nesse contexto, o uso desses artifícios em prol do lucro ilícito, sem consentimento oficial, é considerado fraude.

O estudo realizado por De Oliveira *et al.* (2017) buscou verificar a comercialização do pescado e seu dinamismo explorando a venda de peixes e filés de peixe mais consumidos pela população no estado no Pará, analisando suas fragilidades

quanto às fraudes e formas de rastrear essas infrações, a fim de oferecer segurança dos alimentos e credibilidade aos consumidores. A metodologia contou com a avaliação de doze estabelecimentos, como mercados ou barracas de feira, no estado do Pará, durante maio de 2017. Foi feita avaliação de determinados pontos para avaliar a fraude, como o fenótipo dos peixes inteiros, considerando suas escamas, cor, olhos, brânquias, odor, textura da carne, entre outros aspectos. No caso dos filés, foram feitas observações nos miômeros e mioseptos, averiguando a anatomia muscular. A junção dessas observações apontou uma estimativa para detecção das fraudes ocorridas na comercialização de algumas espécies de peixes (FIGURA 1).

Figura 1 - Imagens de peixes com alta frequência de erros de rotulagem em Castanhal, no estado do Pará, Brasil.



Legenda: A) Tambaqui (*Colossoma macropomum*); B) Tambatinga, híbrido de *C. macropomum* (DE LIMA et al., 2018); C) Surubim (*Pseudoplatysoma fasciatum*) (BUIRAGO-SUÁREZ, 2007); D) Representante de peixes bagres (Siluriformes sp) (PEREIRA, 2021); E) *Lutjanus purpureus* e F) *Lutjanus analis* (NCFISHES, 2022).

Embora não tenham identificado fraude nos filés, foram encontradas quatro espécies de peixes substituídas por outra (TABELA 1). Esse resultado pode ser relacionado à dificuldade de identificação da espécie a qual aquele peixe pertence. É

comum que após o processamento os produtos se tornem semelhantes (BARBUO *et al.*, 2010), sendo mais difícil distingui-los.

Tabela 1 - Lista de espécies com maior índice de fraudes por troca de espécie em Castanhal-PA.

Peixes nos rótulos	Peixes utilizados para substituição
Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>)	<i>Tambatinga</i>
Surubim (<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>)	Bagres (<i>Siluriformes</i> sp.)
Pargo (<i>Lutjanus purpureus</i>)	Cioba (<i>Lutjanus analis</i>)
Pescada Amarela (<i>Cynoscion virescens</i>)	Carauaçu (<i>Lobotes Surinamensis</i>)

Fonte: De Oliveira *et al.* (2017).

Além disso, no estudo de Carvalho *et al.* (2011), foi encontrado uma estimativa de que 80% das espécies vendidas em redes de supermercados analisadas no trabalho (Belo Horizonte) são apresentadas como outra espécie. Este valor encontrado no trabalho, é bem maior que os 25% indicados na América do Norte e os 32% de fraude apontados na Itália.

Esse alto índice de fraude no Brasil pode ser justificado pela ampla extensão territorial do país, sua economia emergente e pela produção interna de pescados, sendo muito exportada, mas também sendo bastante consumida pelos brasileiros De Oliveira *et al.* (2017). A troca de pescados pode ser de caráter intencional, mas pode ser por falta de conhecimento do produto comprado. De toda forma, para evitar as fraudes é necessária maior fiscalização dos pescados, a qual exige um alto poder de rastreabilidade destes alimentos, a fim de compreender em que ponto de toda a cadeia de produção houve a fraude e punir os responsáveis.

3. 4.3 ENCADEAMENTOS POLÍTICOS

Muitos países estão preocupados com a pesca ilegal, não declarada e não regulamentada. Entretanto, assim como desenvolver políticas, é necessário avaliar quais agências são capazes de realizar o cumprimento dessas políticas, assim como monitorá-lo. Nos Estados Unidos, em Los Angeles, o *Bureau of District Surveillance and Enforcement* (DSE), do Departamento de Saúde Pública do Condado, é o responsável

pela conformidade (BUREAU OF DSE, 2016).

O Código de Alimentos de Varejo da Califórnia e o Título 21 do Código de Regulamentos Federais dos EUA são estatutos criados para que os operadores de pescados usem nomes que são aceitos no mercado de peixe e ambos são aplicados pelo DSE (BUREAU OF DSE, 2016). Lá, esse órgão também é responsável por investigações no cardápio de restaurantes para validar os rótulos encontrados nos alimentos comercializados, uma abordagem comum no país (THOMAS & MILLS, 2006).

Mesmo havendo essa fiscalização, erros ainda são encontrados no país como mostrado através do estudo de Willette *et al.* (2017), que usaram códigos de barras de DNA para rastrear rótulos de frutos do mar em restaurantes de Los Angeles. Os resultados encontrados em tal estudo mostraram que todos os restaurantes amostrados tiveram pelo menos um caso de rotulagem incorreta. Além disso, apontaram que métodos moleculares que são precisos e seguros para garantir a eficácia da fiscalização, garantindo a conformidade da rotulagem sem erros.

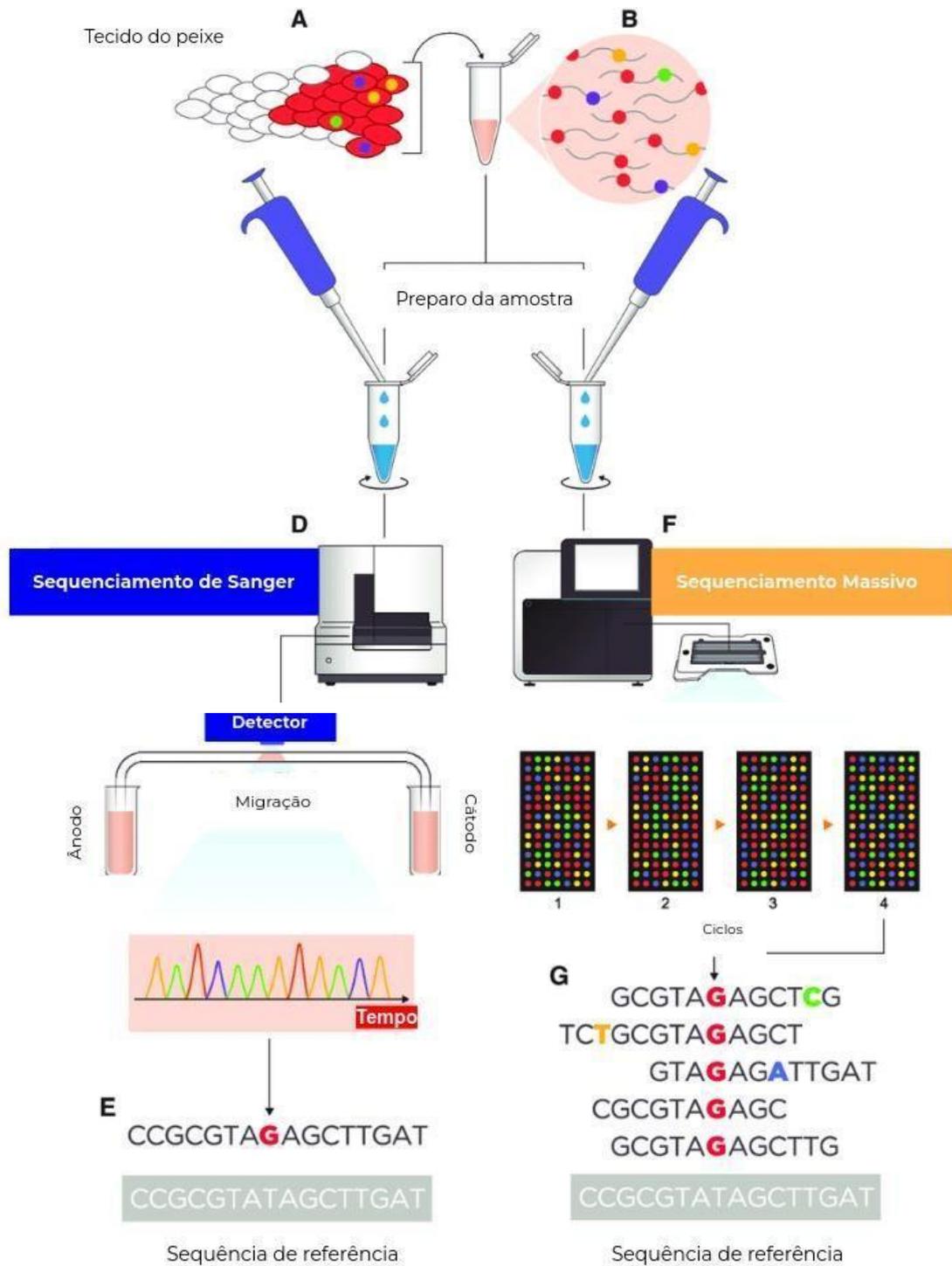
No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento resolveu que a rotulagem deve constar pelo menos o nome comum das espécies, ou seja, o gênero do grupo, sendo necessária a utilização do nome da espécie para espécimes das famílias Salmonidae e Gadidae (DIDIER, 2020). Entretanto, como mostrado por De Oliveira *et al.* (2017), alguns pescados são substituídos por espécies do mesmo gênero, ou seja, abre margem para que fraudes possam ocorrer mesmo sob a lei.

5. RASTREABILIDADE E DNA

A identificação de determinado produto pode ser feita de diferentes formas, mas quando se trata de um organismo sem forte processamento desde a origem, como ocorre com farinhas, há a possibilidade mais definitiva de todas: a análise do DNA. Se o produto for alguma carne em que seja desconhecida sua origem, é totalmente possível coletar uma amostra e realizar a extração do material genético, podendo identificá-lo depois.

Se tratando de pescados, sabe que mesmo após o processamento, filés e postas dos peixes, produtos desidratados (WEN *et al.*, 2018), salgados (ARMANI *et al.*, 2014) e enlatados (GIUSTI *et al.*, 2019) são passíveis para a extração do DNA, sendo capaz de determinar a espécie posteriormente.

Figura 2 - Esquemática de dois tipos de sequenciamento de DNA.



A amostra contendo o tecido do peixe é retirada e processada para a extração do DNA (A,B,C) e pode ser submetida ao Sequenciamento de Sanger (D) ou ao método massivo (F), mas ambos gerarão as sequências finais (E, G).

Fonte: Adaptado de SALK; KENNEDY (2019).

No Brasil, o Laboratório de Biodiversidade Molecular do Instituto de Biologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) fez uma parceria com a Rede Nacional

de Identificação Molecular de Peixes (Renimp) para criar uma metodologia que fosse capaz de identificar os pescados mais economicamente relevantes na economia nacional, a fim de dar confiança aos consumidores sobre o produto, mas também, para identificar possíveis erros na comercialização e importação de peixes no território nacional (CONEXÃO, 2010).

O processo consiste em coletar o material a ser analisado e realizar as técnicas laboratoriais de extração do DNA (CONEXÃO, 2010). Posteriormente, as sequências extraídas passam por um sequenciamento genético, permitindo a obtenção criptografada do material genético (FIGURA 2). Assim, os peixes mais consumidos no Brasil passam por esse procedimento e, no final, irão compor uma biblioteca genômica.

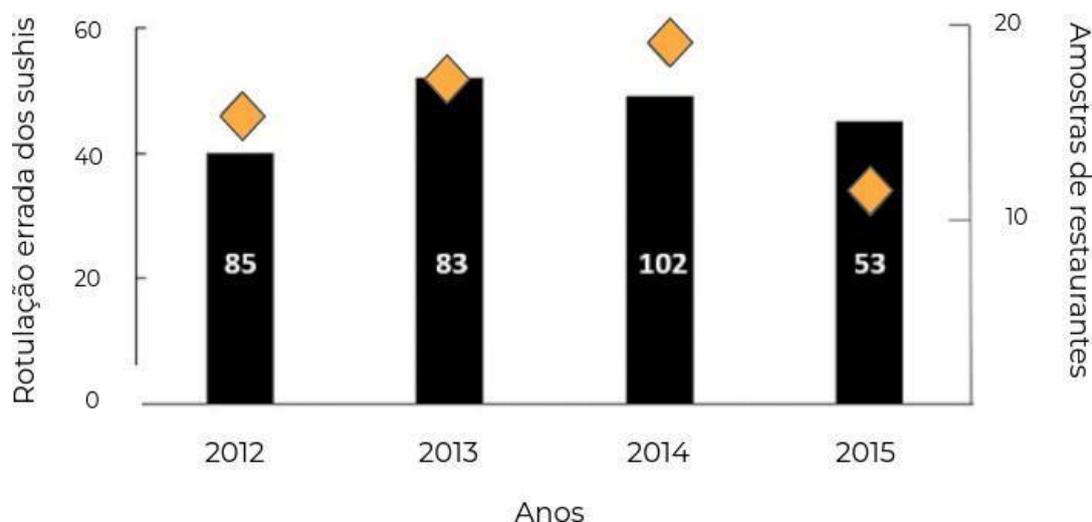
Em virtude de cada espécie de animal ter suas características específicas é fácil identificar quando um novo produto de origem desconhecida chega para ser analisado, pois basta realizar o procedimento de extração e sequenciamento genético e comparar a sequência do produto duvidoso com a biblioteca de peixes sequenciados e conferir o resultado (MARDIS, 2017).

Embora a metodologia pareça simples, o procedimento é demorado devido à grande quantidade de amostras. Para cada espécie, em vez de realizar o sequenciamento de todo o DNA, são escolhidos dois genes de referência no DNA que sejam exclusivos e mais suas vinte réplicas, ou seja, o processo tem complexidade elevada (CONEXÃO, 2010).

Um estudo com uma metodologia também baseada em DNA foi realizado em Los Angeles, entretanto, tentou-se acompanhar o impacto das regulamentações governamentais ao longo dos anos. Para isso, foram consideradas análises dos anos de 2012 a 2015 em 26 restaurantes de sushi. O experimento contou com nove peixes de sushi comumente pedidos, os quais foram preservados em etanol 95% até o processo de extração do DNA. Posteriormente, foi escolhido um gene em comum em todos os peixes que apresentassem variações entre as espécies. O gene escolhido foi o mtDNA *COI*, que codifica para a subunidade 1 da citocromo oxidase mitocondrial (VALDEZ-MONDRAGÓN, 2020). Após a extração do DNA e obtenção dos genes de interesse nos peixes, foi feito o sequenciamento para cada amostra. Em sequência, foi utilizado um banco de dados no National Center for Biotechnology Information (NCBI), conhecido por conter sequências genômicas de vários organismos, em busca de verificar se as sequências obtidas das amostras tinham relação com o apresentado pelo banco de dados. Primeiro, a pesquisa coletou mais de 300 amostras, das quais cerca de 47% não era

condizente com a espécie informada, enquanto as frequências anuais das identificações erradas variaram de 40% - 50% (FIGURA 3). Apesar desses dados, os autores afirmam que não houve diferença significativa entre os anos da amostragem.

Figura 3 - Dados sobre rotulação errada de peixes em restaurantes em Los Angeles de 2012 a 2015.

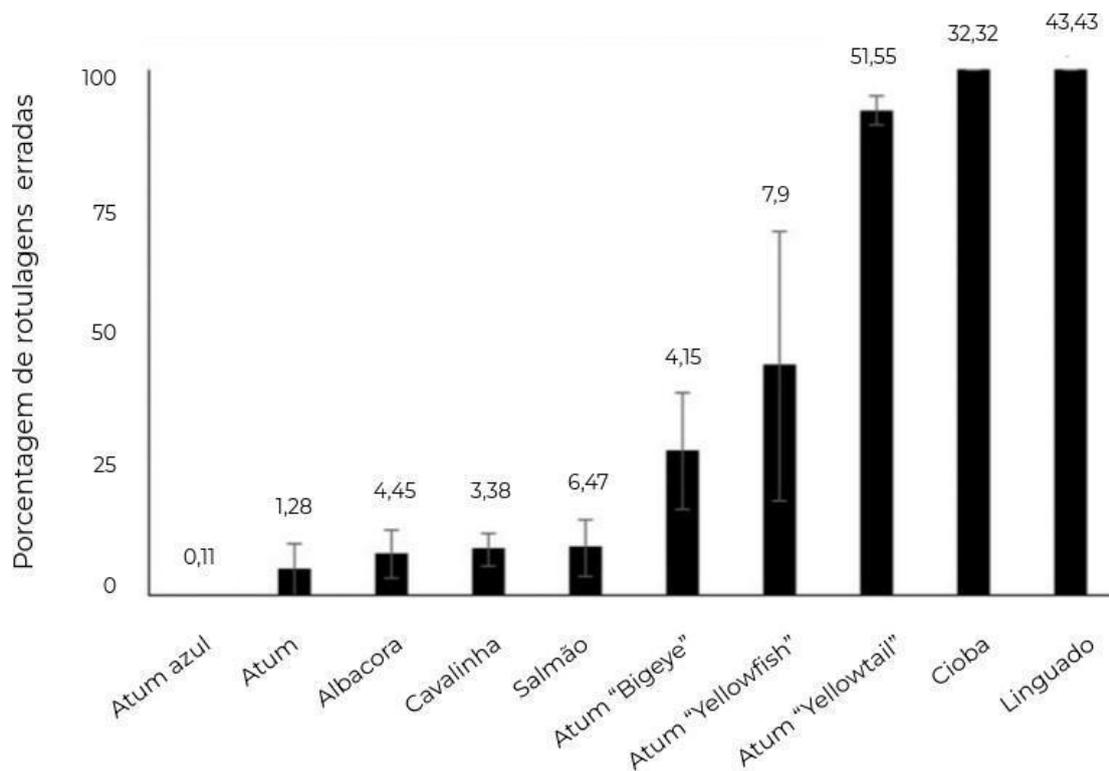


São plotadas as frequências de erros encontrados nos rótulos e o N amostral de restaurantes.

Fonte: Adaptado de Willette *et al.* (2017).

O segundo passo foi selecionar os dez peixes mais populares usados nos sushis e verificar as taxas de substituição. Os resultados indicaram que as taxas não foram homogêneas entre os grupos analisados (FIGURA 4). Foi visto que todas as amostras dos peixes, em tradução livre, linguado (*Hippoglossus hippoglossus*, *H. stenolepis*) e cioba (*Lutjanus sp.*) obtiveram identificação diferente da correta, sendo substituídos por outra espécie similar a do linguado e, majoritariamente, pelo goraz (*Pagrus spp.*), respectivamente. O atum “*yellowtail*” também obteve alta taxa de substituição (93%), sendo frequentemente trocado por exemplares da espécie *Seriola quinqueradiata*.

Figura 4 - Porcentagem da frequência em média de rotulagens errôneas de diferentes tipos de peixes entre 2012 a 2015, em Los Angeles.



Tipos de peixes utilizados nos sushis

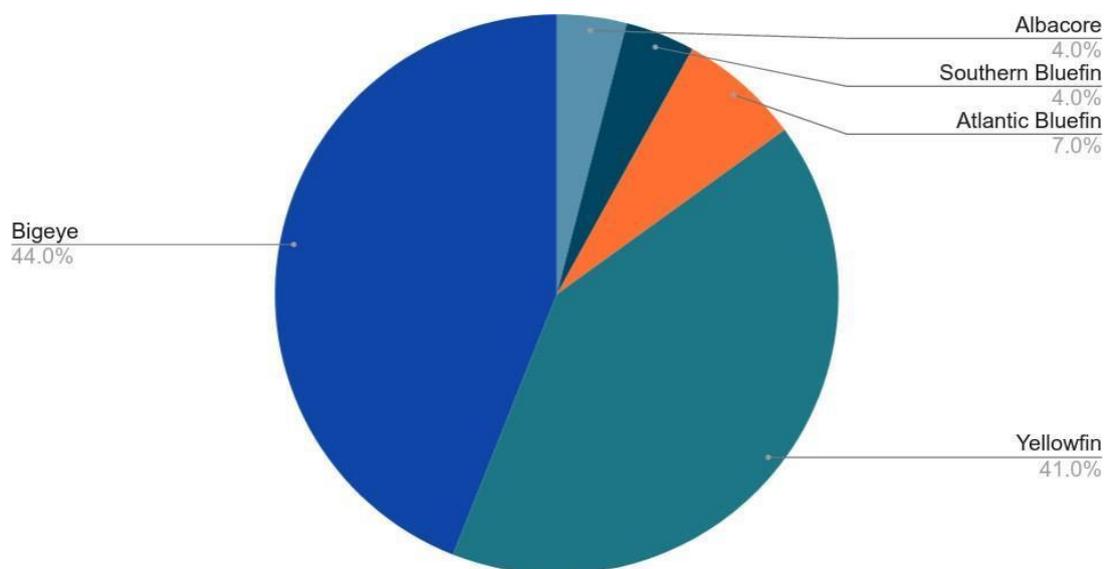
Valores apresentados acima das barras indicam a porcentagem dos tipos de cada peixes analisados. Dentre os anos de 2012 - 2015, 100% dos peixes cioba e linguado obtiveram erro de rotulagem e ambos representaram 32,32% e 43,43% das amostras analisadas, respectivamente.

Fonte: Adaptado de Willette *et al.* (2017).

As taxas de substituição em alguns grupos foram mais baixas como, por exemplo, o atum azul não apresentou nenhum erro de identificação enquanto outros representantes de atum apresentaram baixos erros de identificação, assim como salmão (FIGURA 4). Entretanto, os atuns intitulados "bigeye", "yellowfish" e "yellowtail" foram constantemente identificados erroneamente por outros atuns, cerca de 80% das vezes, sendo todos do próprio gênero do atum (*Thunnus*).

Os dados indicaram que as taxas de identificação errônea de cada peixe não mostraram associação ao longo dos anos, ou seja, não foi visto um padrão de substituição bem definido para os peixes entre os anos da análise. Porém, quando a análise parte para o grupo de peixes associados ao atum (FIGURA 5) há uma associação significativa, indicando uma padronização para substituição pelo "Bigeye" e para o "Yellowfin". Os autores afirmam que esse resultado pode ter ocorrido em virtude de uma alta taxa de erro na rotulagem dos produtos em 2014, exclusivamente para esse grupo.

Figura 5 - Porcentagens de substitutos encontrados em sushis vendidos como carne de atum.



Todas as amostras encontradas pertencem ao mesmo gênero do atum, embora sejam de espécies diferentes.

Fonte: WILLETTE *et al.* (2017).

Foi verificado, que todos os 26 restaurantes participantes da pesquisa tiveram casos de substituição de espécies, com uma média de 45,5% de erros ocorridos. Em média, cerca de 12 peixes foram analisados por restaurante e, desses, cerca de 6 peixes indicaram a substituição da espécie original. Ainda, embora não houvesse um padrão de substituição por outra espécie sempre, foi visto que os peixes trocados costumavam ser trocados, ao longo dos anos, por espécies diferentes.

Por fim, é mostrado no estudo que a utilização da metodologia de identificação a partir do DNA permitiu identificar uma alta taxa de substituição nos peixes utilizados para fazer sushi, com cerca de 40% dos peixes apresentando espécie diferente da anunciada ao longo dos quatro anos de estudo. Esse valor difere com as taxas de erros de rotulagem sugeridas em estudos anteriores (TABELA 2), os quais indicavam até 25% de erro nos Estados Unidos (WONG; HANNER, 2008).

Tabela 2 - Dados sobre erros de rotulagem nos códigos de barra de frutos do mar.

País	Anos de amostragem	N amostral	Rotulagem errada (%)	Origem da amostra
Canadá e EUA	-	91	25%	R, P
Canadá	2012-2013	293	23%	-
Inglaterra	2008-2009	212	<1.5%	M
Inglaterra	-	371	6%	M
Europa	2013-2014	1563	5%	M,P
França	2013	371	4%	R,M,P
Irlanda	2009	156	25%	R,M
Irlanda	2011	66	15%	R,M
Itália	-	45	77%	P
Filipinas	2010-2011	14	79%	M, P
África do Sul	2008-2010	248	21%	M, P
EUA	2011	119	55%	R,P
EUA	2014	172	16%	R,P
EUA	2003	22	77%	P
EUA	2012-2015	323	47%	R
EUA	2014	14	42%	M

Como controle para a identificação da espécie correta foi utilizado o marcador genético para o gene da subunidade I da proteína citocromo oxidase. R: restaurantes; P: peixarias; M: mercados. Fonte: adaptado de WILLETE *et al.* (2017).

É consenso entre os pesquisadores da área que a maior conscientização do consumidor, a atenção dada pela mídia para os casos de fraudes em pescados e as novas regulamentações acerca da rotulagem dos alimentos contribuíram para as baixas taxas de substituição em outras regiões do planeta, fora dos Estados Unidos, de onde a pesquisa foi feita. Entretanto, salientam que não houve padronização entre todos os estudos (NAAUM *et al.*, 2015), exigindo maior cautela ao analisar essas informações.

Além do dano ao consumidor e à economia de quem compra, a substituição de peixes por outros menos nobres podem apresentar implicações de conservação. Embora no estudo apresentado tenham sido encontradas altas taxas de rotulagem errônea, as espécies que substituíram as outras não apresentaram grande preocupação para a conservação ambiental. É dado o exemplo do red snapper, classificado como vulnerável

devido à pesca recreativa, constantemente substituído pelo “sea bream”, sendo considerado menos preocupante (ANDERSON *et al.*, 2015).

Esse é um dado interessante que corrobora a afirmação de Stawitz *et al.* (2016) sobre espécies de menor preocupação a nível de conservação serem mais frequentes nas rotulagens erradas de peixes. Contudo, embora surja a ideia de que a rotulagem incorreta possa gerar produtos mais sustentáveis, as implicações entre os táxons são diferentes (STAWITZ *et al.*, 2016). Assim, do ponto de vista da sustentabilidade, essa informação pode ser usada para focar nos esforços de atenuação voltados para espécies de interesse e seus substitutos.

Embora a análise genética seja decisiva para garantir a correta identificação do tipo de peixe, é um método que requer tempo para a análise. Desde o ponto de coleta da amostra até o preparo da extração do DNA para a amplificação da região característica de cada grupo de espécie pode levar algumas horas (CONEXÃO, 2010). Essas horas podem ser bastante relevantes na logística da empresa e gerar perda em alguns lucros.

Outro ponto é que a utilização do DNA pode permitir a identificação da espécie correta do peixe ou possíveis agentes patogênicos biológicos, como bactérias ou vírus, mas caso o produto esteja contaminado, por exemplo, com infectantes livres de material genético seria necessário novamente uma análise química dos produtos (Kresna *et al.*, 2017), a qual poderia exigir mais tempo das empresas.

Além disso, o mesmo peixe pode ser processado em diferentes pedaços, aumentando a quantidade de amostras a serem analisadas e complexando o processo (CONEXÃO, 2010). Assim, métodos para uma identificação precisa e rápida são necessários para a garantia do rápido fluxo da cadeia de pescados, como, por exemplo, utilização de etiquetas inteligentes presente nos produtos e que sejam capazes de refletir todo o histórico do produto e de quais lotes ela foi retirada, como, por exemplo, as etiquetas de identificação por radiofrequência.

6. *Radio frequency identification (RFID)*

A fim de agilizar o processo de entregas por todo o planeta, métodos de rastreabilidade mais rápidos e práticos se tornaram essenciais para acompanhar suas demandas. Considerando o contexto da pandemia de COVID-19, a aquicultura e a pesca, por exemplo, tiveram que apresentar maior controle dos produtos para garantir a segurança dos alimentos.

Assim, as tecnologias de rastreamento e sistemas de comunicação sem fio, que já eram utilizadas frequentemente, se tornaram mais essenciais no dia a dia da logística das empresas. Como exemplo desses sistemas pode-se citar, o blockchain, uma rede que registra dados de transações em lotes, definidos como blocos, os quais são convertidos num código exclusivo e que podem ser interligados a um conjunto em função de uma cadeia cronológica (EXAME, 2021). Outro exemplo é a chamada Internet das coisas (do inglês “*Internet of Things*” - IoT), que busca integrar diferentes tipos de produtos à uma conexão de internet, permitindo identificar e transmitir essas informações a partir de dados na nuvem (CARVALHO, 2021). Entre essas tecnologias está o RFID, frequentemente utilizado para rastreabilidade de produtos.

A identificação por radiofrequência (do inglês “*Radio frequency identification*” - RFID) é utilizada em várias áreas de rastreabilidade devido a sua facilidade em identificar diferentes cargas de forma rápida, ágil e descomplicada, sendo frequentemente utilizada para produtos alimentícios.

Em comparação à clássica leitura em código de barras, o RFID apresenta maior eficiência, tendo em vista que não necessita ler necessariamente a linha de visão do código de barras e pode, ainda, ler vários rótulos simultaneamente e a uma distância maior (YAO *et al.*, 2011). Outra característica da RFID é a capacidade dos seus sensores serem aptos para identificar produtos perecíveis congelados, sendo altamente útil para pescados.

Uma das medidas restritivas para o contágio do coronavírus é o distanciamento social e a utilização do RFID permite que o trabalho seja executado sem exigir contato de muitas pessoas próximas, sendo extremamente útil desde o setor agroalimentar, incluindo o de pescados, à gestão hospitalar (JUSKALIAN, 2018). Assim, considerando principalmente o período pandêmico de COVID-19, realizar o rastreamento desses alimentos se tornou prioridade mundial no intuito de reduzir os riscos alimentares aos consumidores e garantir a confiança nos produtos.

Na China, em julho de 2020, a procura pelo salmão chileno foi praticamente zero em decorrência de um possível surto de covid relacionado às importações do produto. Outro exemplo é o do camarão equatoriano, também associado a um possível surto da doença e que apresentou baixa demanda (FOX *et al.*, 2018).

Embora não haja comprovação da transmissão do coronavírus por meio das carnes, fica nítida a importância de se rastrear rapidamente e precisamente determinados produtos impróprios para consumo a fim de evitar possíveis prejuízos econômicos por cautela dos consumidores em relação aos produtos disponibilizados. É importante

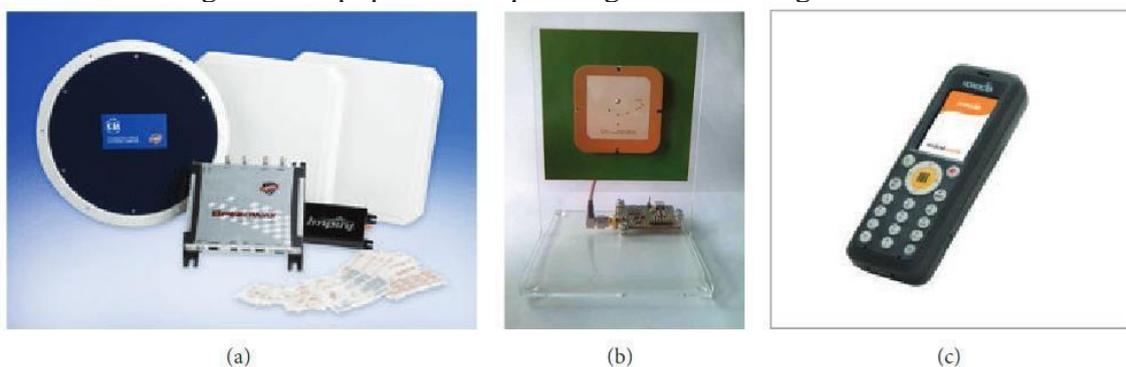
lembrar que outras doenças também estão relacionadas à segurança alimentar em diferentes produtos.

Incluindo esse contexto, a União Européia subsidiou o "RFID *from Farm to Fork*" (RFID-F2F) que buscava fixar um sistema de rastreabilidade para toda a cadeia de abastecimento de bebidas e alimentos, se baseando na tecnologia de RFID (FAO, 2017). Como consequência, o setor de pescados foi beneficiado através de diversos projetos desenvolvidos baseados em cadeias de frio e sensores de monitoramento de temperatura buscando relações entre as condições ambientais, segurança e qualidade do produto final (TREBAR *et al.*, 2015).

A principal vantagem dessa tecnologia é por ela não exigir que o produto esteja diretamente alinhado ao leitor para mostrar a sequência de barras a ser identificada, sendo o sinal captado por radiofrequência, não exigindo contato visual e, dessa forma, agilizando o processo.

O sistema RFID *ultra-high frequency* (UHF) atua na faixa de 860 a 960 MHz, integrado por leitor RFID e duas antenas de nome "*Speedway Revolution UHF RFID Reader-R 420*" (FIGURA 6a). Essa arquitetura permite identificar a rastreabilidade de caixas na entrega e no recebimento, as quais necessitam de um leitor externo que permitirá a identificação e emitirá o *status* através de indicadores luminosos (FIGURA 6b). Pequenos computadores compactos também podem ser utilizados como leitores móveis para identificação das cargas (FIGURA 6c), sendo capazes de identificar até uma distância de 50 cm, dependendo do tipo de etiqueta RFID que está sendo utilizada (TREBAR *et al.*, 2013).

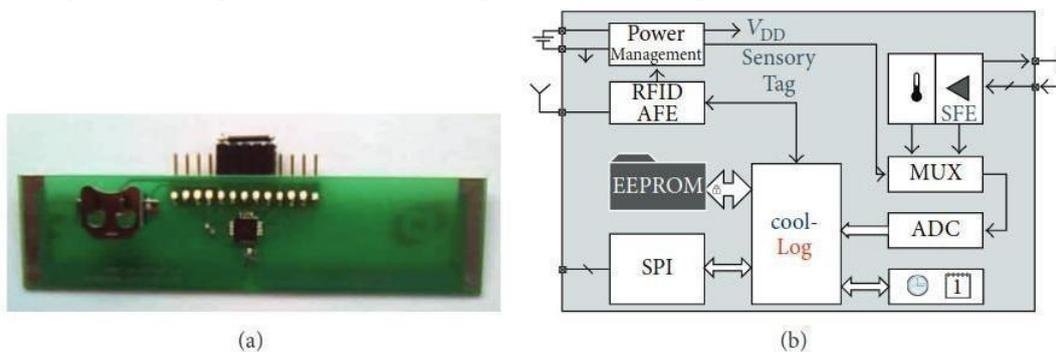
Figura 6 - Equipamentos que integram a tecnologia de RFID.



Fonte: Trebar *et al.* (2015).

O modelo protótipo padrão registrador dos dados RFID UHF são etiquetas RFID com demonstração semi-passiva (FIGURA 7a). Através dessas etiquetas será possível o rastreamento, a monitoração do tempo e registro automático de informações sobre todos os produtos como mostra o diagrama (FIGURA 7b).

Figura 7 - Etiqueta de RFID semi-passiva e seu diagrama de funcionamento.



Fonte: Trebar *et al.* (2015).

Os pontos mais importantes incluem um algoritmo de anti colisão, proteção dos dados, sistema de fornecimento de energia inteligente e sensores automáticos que permitam identificar o recebimento. O mais interessante sobre o RFID é sua capacidade de identificar produtos em diferentes temperaturas, variando de 125° C a -40° C, sendo um ótimo modelo para o estudo da rastreabilidade em pescados, os quais, de forma geral, precisam ser transportados e mantidos em locais gelados.

No estudo de Trebar *et al.* (2013), é visto que essa forma de monitoramento através dos leitores de RFID pode ser afetada pelas condições ambientais quando expostas a muitas variações de temperatura. A razão disso é em função da característica dos leitores, os quais podem ser condutores ou úmidos, suprimindo as forças do campo eletromagnético que interferem nas leituras pelos sensores. Entretanto, os autores argumentam que múltiplas antenas captadoras de sinais podem ser colocadas na área do transporte usando o recurso de leitura densa dos aparelhos de leitura mais modernos.

Assim, a utilização dessa tecnologia pode ter grande importância para o rastreamento de cargas alimentícias, incluindo pescados. Nesse contexto, foi feita uma busca por aplicações do RFID nas cadeias de diferentes pescados, averiguando adaptações nas metodologias, pontos considerados positivos capazes de otimizar o rastreio e possíveis pontos negativos para comparação, de modo geral.

1. 6.1 RFID NA CADEIA DE PESCADOS

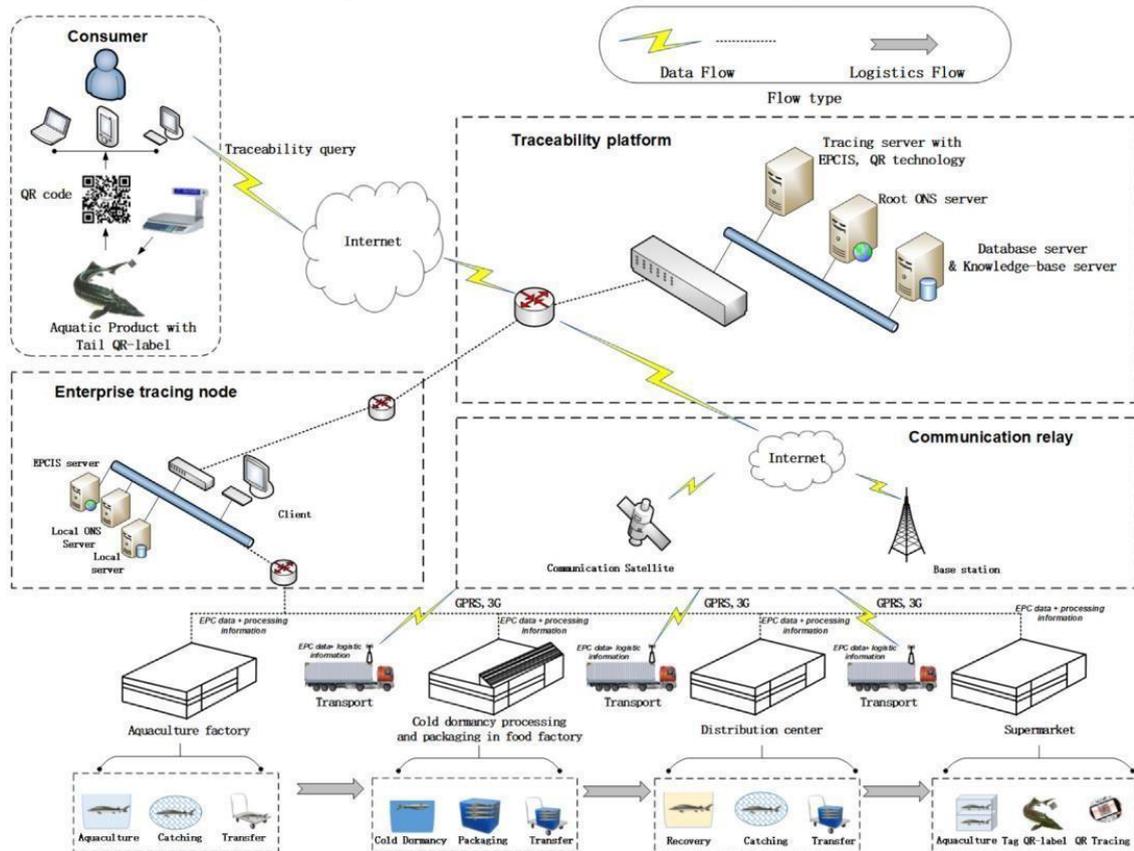
O estudo de Rahman *et al.* (2021) traz uma revisão acerca do sistema de rastreabilidade baseado em RFID na cadeia de suprimentos de pescados apresentando suas vantagens e aplicações em tempo real e no contexto da pandemia de COVID-19. A utilização do RFID nas cadeias de pescados também pode ser aplicada em frutos do mar, como mariscos, mas, para este trabalho, será analisado o impacto dos RFID para rastreabilidade na cadeia de captura de peixes e para sistemas de aquicultura.

1. 6.1.1 RASTREABILIDADE EM PESCADOS (MAR ABERTO)

Na rastreabilidade baseada em RFID desde a captura de peixes há diferentes abordagens de análise. No estudo de Mondragón *et al.* (2020) há uma proposta para o sistema de cadeia com pescados frescos fundamentada na teoria de redes de sensores sem fio (do inglês "*Wireless Sensor Networks*" – WSN) capaz de modelar o consumo de energia por uma rede de sensores. A análise foi dividida em duas etapas: primeiro, foram extraídos dados da dispersão e perfil temporal do caranguejo-das-neves, advindos de sensores para monitoramento oceânico; os resultados indicaram tendências e padrões dessa captura. O segundo passo foi apresentar ferramentas alinhadas às análises obtidas pelo WSN utilizando as RFID. As vantagens obtidas incluem a visualização da cadeia de suprimentos de forma mais clara sem a necessidade de códigos ou sistemas de digitação, otimizando o trabalho. Entretanto, essa metodologia utiliza a tecnologia de Blockchain que, embora registre as transações dos produtos e confere maior confiabilidade aos dados, torna o sistema dependente de outras plataformas.

Na mesma ideia da utilização de RFID com WSN, Zhang *et al.* (2019) apresentaram uma plataforma inteligente capaz de rastrear pescados vivos sem água, mas se baseando na Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), integrando o controle de qualidade e monitoramento dos produtos. Nessa metodologia, um código QR e o código de produto eletrônico EPC (do inglês "*electronic product code*") de um RFID foram alinhados a fim de gerar informações da rastreabilidade e do estado dos produtos aos usuários de forma rápida (FIGURA 8).

Figura 8 - Esquemática da rastreabilidade de peixes frescos.



Fonte: Zhang *et al.* (2019).

Neste estudo, citado anteriormente, os pontos positivos são apresentados pela diminuição do risco de contaminações através da verificação da temperatura e pelo baixo custo de implementação do sistema e longa durabilidade, além de uma melhor aplicabilidade ao sistema. Por outro lado, as cargas desse sistema são de peixes vivos sem água, ou seja, há transporte desses pescados ainda em estágio primário, exigindo maior monitoração da taxa de sobrevivência desses animais, a qual é instável e imprecisa (ZHANG *et al.*, 2019).

No trabalho realizado por Kresna *et al.* (2017), foi visto o desenvolvimento de um sistema de rastreabilidade para o atum, na Indonésia, visto que o país é uma das potências nas exportações desse produto. Em virtude da ação de patógenos, como a *Salmonella*, em desequilíbrio da temperatura ou alto teor de histamina, o atum tem tendência à alta contaminação. Dessa forma, foi necessário construir um sistema capaz de garantir a qualidade e a segurança em toda a cadeia do produto e que fosse sensível para selecionar possíveis pontos de contaminações a serem identificados através de análises microbiológicas e anexadas ao RFID, posteriormente. Assim, o RFID foi integrado à tecnologia da internet das coisas (IoT), que se conecta à rede digital através da internet

em objetos ou produtos do cotidiano, permitindo a detecção e computação dos mesmos (HU; LAMONTAGNE, 2021). Ainda que a junção de tecnologias tenha permitido monitorar o estado microbiológico dos produtos, os autores apontam que trata-se de um protótipo, não sendo, ainda, aplicado em um sistema de tempo real.

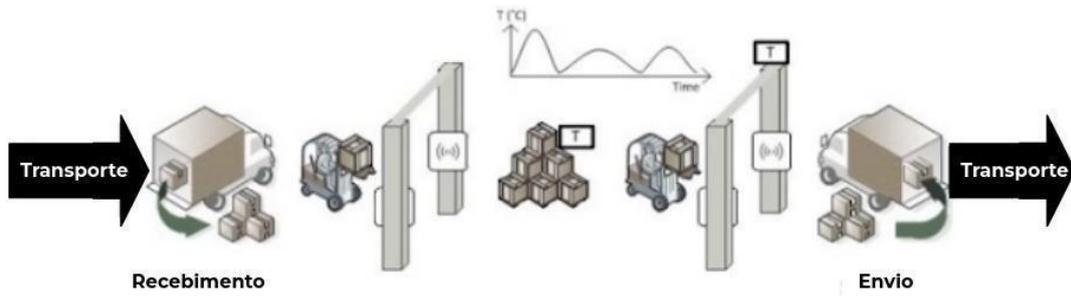
Em estudo publicado por Trebar *et al.* (2013) utilizando o pescado fresco como modelo, as etiquetas inteligentes RFID foram empregadas junto com sensores capazes de medir a temperatura dos produtos ainda perecíveis dentro e no ambiente ao redor das caixas de entrega. Como resposta a essa aplicação, foi possível monitorar a temperatura dos produtos durante todo o percurso de transporte e com a utilização de um leitor móvel de RFID foi feita a vigilância em tempo real para garantir o controle de qualidade e transmissão de informações em bancos de dados de rastreabilidade.

Esse método exige cálculos da vida útil do produto e pontos de medições do produto, mas, também, apresenta maior garantia do controle de qualidade através de uma melhor verificação da temperatura, além de permitir monitoramento dos dados através de plataformas online.

2. 6.1.2 RASTREABILIDADE EM AQUICULTURA

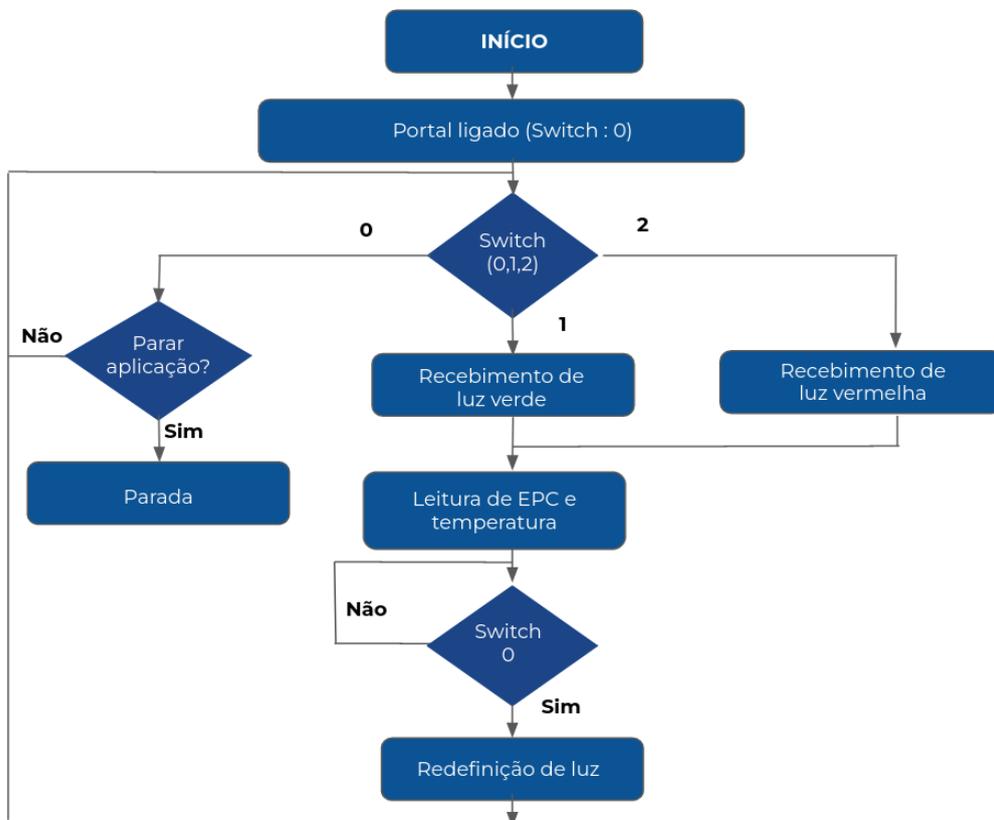
Com a proposta de otimizar o sistema de cadeia de suprimentos para peixes em fazendas de aquicultura, Trebar *et al.* (2015) apresentaram em seu estudo, um registrador de dados RFID sensíveis à temperatura dos produtos e da temperatura do ambiente, mostrando resultados eficazes durante todo o transporte. Ainda, a utilização de um leitor móvel de RFID permitiu a monitoração simultânea do produto durante o percurso, garantindo maior controle da qualidade e agilidade em rastreamento e permitindo acesso dos consumidores através da internet. Nesse caso, os leitores do RFID ficam fixados a portais dentro dos armazéns, registrando os sinais vindo das cargas quando é feita a entrega (FIGURA 9). Através de um sistema de luzes nos portais utilizando três cores, é observado se a carga está de acordo ou não, considerando sua temperatura (FIGURA 10). Além de ser eficiente e rápido, esse sistema indica se a temperatura está de acordo, tornando a equipe que faz o transporte mais atenta ao tempo para que as cargas não sejam prejudicadas, tornando o processo mais rápido.

Figura 9 - Esquemática de um portal com detector de RFID no gerenciamento de armazenagem.



Fonte: Adaptado de Trebar *et al.* (2015)

Figura 10 - Fluxo de operação em um portal RFID.



Fonte: Adaptado de Trebar *et al.* (2015)

Outras formas de rastreabilidade podem ser aplicadas considerando o sistema de aquicultura, através do cultivo de peixes em espaços e condições controladas, ou seja, como uma fazenda de peixes. Em estudo de Trebar *et al.* (2011), por exemplo, buscaram explorar duas formas de rastrear peixes cultivados, considerando empresas de pequeno e médio porte. Na primeira, houve alteração do processo manual da coleta dos dados para utilização do RFID; na segunda forma, foi feita modificação das embalagens com códigos de barras pela tecnologia do RFID em diferentes etapas do processo, buscando ampliar a

rastreabilidade através de uma cadeia automatizada. Essa organização propõe um sistema mais flexível e operacional em diferentes escalas, permitindo o rastreamento dos produtos, além da captação dos dados de forma mais fácil. Um ponto negativo seria a limitação referente à condição de fazenda, não sendo reproduzido em outros tipos de sistemas.

Aliar o RFID a outras técnicas também pode aprimorar o sistema de rastreamento, como é mostrado no estudo de Yan *et al.* (2012), em que o código de produtos eletrônicos (EPC) e RFID foram utilizados juntos para o desenvolvimento de uma plataforma capaz de rastrear, monitorar e indicar o *status* de tilápias, contemplando a gestão de governos e empresas e informando até os consumidores, indicando o *status* da criação, processamento, distribuição e venda. Embora resolva o problema de supervisão na aquicultura e na gestão da distribuição, processos e vendas dos produtos, essa metodologia apresentou elevado custo em toda sua implantação, podendo afetar a receita das empresas.

7. DISCUSSÃO

Com base nos dados apresentados neste trabalho fica evidente que mesmo com os sistemas atuais e mais sensíveis de rastreabilidade de pescados há necessidade por uma melhor precisão e que seja acessível financeiramente. Os dados a respeito de pescados vendidos como outro tipo de peixe refletem o porquê de mais estudos de sistemas capazes de evitar esses equívocos, para que o consumidor não seja lesado e que desde os pequenos comerciantes até às grandes empresas sejam capazes de evitar esses problemas.

A classificação errônea dos pescados não é o único motivo da necessidade de rastreabilidade, mas, também, é necessário ser capaz de identificar produtos defeituosos, contaminações biológicas (bactérias ou vírus) ou químicas (produtos químicos).

No presente estudo são apresentadas diferentes abordagens para que esse rastreamento seja feito de maneira eficiente. A análise genética, por exemplo, é um dos métodos mais precisos para classificar se determinada amostra de produto está de acordo com o que a embalagem diz por se basear na maior certeza sobre a vida de um organismo: a molécula de DNA SALK; KENNEDY (2019). Ainda, esse método é capaz de detectar possíveis contaminações, como patógenos, partindo do mesmo princípio de amplificar sequências de agentes patogênicos já conhecidas (Kresna *et al.*, 2017). Entretanto, a maior limitação do método é a falta de praticidade para realizar essas análises de forma ágil, rápida e eficiente durante toda a cadeia do produto. Outro ponto é devido ao processamento dos

pescados, que normalmente são repartidos em vários produtos, o que elevaria a nível exponencial a demanda para essas análises, tornando o processo inviável.

Os resultados apresentados aqui a respeito da detecção de substituição de pescados por análises genéticas (FIGURAS 3, 4 e 5) mostram a eficiência da técnica, mas, também, refletem a dificuldade de estudos com um alto rigor estatístico. Não foi visto, por exemplo, uma padronização no N amostral dos restaurantes ao longo dos anos. Além disso, esses resultados são relacionados a restaurantes de Los Angeles, seria interessante verificar como esse fenômeno ocorre em outras redes, como mercados grandes, por exemplo.

A tabela apresentada no próprio estudo de Willette *et al.* (2021) mostra as taxas de substituição encontradas a partir do DNA (TABELA 2) e o N amostral utilizado para as análises. Por serem resultados de estudos independentes, é esperado não haver valores aproximados, mas é curioso observar que pequenas amostras geram altas porcentagens de erro, enquanto algumas amostras com alto N amostral apresentam taxas de erro menores. Pode não haver relação entre esses pontos, mas é importante lembrar a necessidade de um conjunto de dados bem representativo que seja capaz de amostrar a realidade.

De todo modo, é interessante ver a importância de estudos acerca da diversidade genômica de peixes e é essencial para garantir que, caso haja necessidade, seja possível identificar a origem daquela carne a partir de métodos de sequenciamento do DNA, além da importância biológica de entender como esses organismos funcionam.

Nesse ponto, métodos mais práticos ganham mais espaço e induzem as empresas a investirem em logísticas capazes de realizar essa identificação de toda a cadeia de pescados. Dentre as buscas na literatura, a utilização das etiquetas de identificação por radiofrequência (RFID) foram as que mais se destacaram devido sua praticidade e aplicação a diferentes ramos como, por exemplo, no setor alimentício (KUMAR *et al.*, 2009) até a cirurgias de câncer gástrico e colorretal (LEE *et al.*, 2020).

Durante a pandemia de COVID-19 a utilização de RFID ganhou mais atenção e foi integrada a diferentes protocolos de rastreio (XEN *et al.*, 2021) por não exigir muitas pessoas operando essa cadeia, evitando o contágio do vírus. Se tratando de pescados há maior importância devido sua capacidade de emitir sinais mesmo em temperaturas baixas, as quais os pescados são submetidos. Foram vistos diferentes estudos utilizando a tecnologia de RFID com implementações no método para rastreabilidade de pescados em diferentes sistemas (Rahman *et al.*, 2021). Considerando a cadeia de captura de peixes, os quais se encontram em ambiente natural, foi observado que, mesmo com diferentes

aplicações, a utilização do RFID nos projetos pilotos de cada grupo permitiu uma aplicação com resultados satisfatórios.

Dentre as vantagens da utilização do RFID na cadeia de pescados foram destacados os avisos em relação à temperatura dos produtos, os quais são emitidos pelos leitores eletrônicos ao identificarem aumento da temperatura pelos RFID fixados nas cargas (TREBAR *et al.*, 2015). Essa característica treina melhor toda a equipe de transporte para ficar atenta ao ambiente e à velocidade do processo, garantindo que a temperatura não seja um fator para possíveis problemas na carga, como por contaminação por patógenos.

Outro ponto vantajoso é a clareza da produção, desde a pesca até a entrega do produto ao cliente, permitindo um rastreo muito mais preciso, evitando possíveis problemas a toda cadeia, como não saber qual lote está com problema ou em qual etapa do processamento ocorreu o problema (TREBAR *et al.*, 2013).

Em função da capacidade dos leitores de captarem sinais de várias cargas simultaneamente, esse sistema agiliza todo o processamento e de forma rápida, potencializando a produtividade do serviço de entrega e demandando menor mão de obra para a realização do rastreo e diminuindo custos de empresários.

Rahdam *et al.* (2021), mostraram, através de seu estudo, a importância da tecnologia em nuvem, que oferece uma plataforma acessível ao invés dos programadores desenvolverem um sistema específico para isso, agilizando o processo e evitando altos custos. Ou seja, os dados obtidos pelos RFID podem navegar pela nuvem de alguma plataforma alugada, que gera custos, mas menos do que desenvolver uma plataforma própria.

É interessante ver que as diferentes metodologias propostas apresentadas com a utilização do RFID tiveram aplicações em casos reais de cadeias de pescados, permitindo aplicar diferentes estratégias de sensoriamento e compartilhamento de informações aliadas a essa tecnologia. Entretanto, é importante salientar que a junção desta tecnologia a outros procedimentos pode causar elevados custos, como mostrado no estudo de Yan *et al.* (2012). É preciso que as empresas sejam capazes de avaliar seu poder aquisitivo e escolher a melhor metodologia que se adeque aos custos e à demanda de rastreo da cadeia produtiva do produto em questão. A implementação do RFID e integração a outras metodologias podem se destacar muito mais considerando o contexto pós pandemia de COVID-19, a qual oferece opções para trabalho sem a necessidade de aglomeração, sendo uma vantagem para possíveis empresas que mostram resistência à retomada das

atividades ou a possíveis surtos virais futuros.

De forma geral, evitar possíveis problemas na cadeia produtiva de pescados exige uma eficiente rastreabilidade, mas, também, há a necessidade de desenvolvimento e fortificação de políticas que beneficiem o rastreamento dos pescados, sejam criados em fazendas de aquicultura ou capturados na natureza, mas que atendam ao uso de práticas de pesca ambiental consciente (UCHIDA *et al.*, 2014)

Willete *et al.* (2017), sugerem a ampliação e aplicação de políticas já existentes para a exata de identificação nos alimentos, citando, como exemplo para os Estados Unidos, a seção 4205 de Provisão de Rotulagem Nutricional, como forma de valer a legislação e fiscalizar ferozmente todos os produtos alimentícios, dando destaque aos pescados.

É importante que todo o procedimento de rastreabilidade seja eficiente e não seja empurrada alguma responsabilidade para o consumidor porque muitas vezes o produto já chega processado, sendo inviável de realizar alguma análise a olho nu, sem ajuda de equipamentos laboratoriais para verificar a qualidade ou se, de fato, é o pescado comprado. Essa é uma responsabilidade das legislações vigentes e das empresas que se comprometem a entregar um produto de qualidade em troca da confiança do cliente. Assim, é urgente a implementação de sistemas capazes de rastrear qualquer ponto da cadeia produtiva de pescados.

8. CONCLUSÃO

No presente trabalho foi visto a importância de análises genéticas para identificação de espécies de peixes vendidas erroneamente como outro, indicando ser um método eficaz no rastreio da espécie, embora toda a análise demande algum tempo, mostrando não ser um método muito compatível com a alta demanda da produção dos pescados. Assim, foi apresentada a tecnologia de etiquetas com identificação por radiofrequência (RFID), as quais já são utilizadas em rastreabilidades de alimentos, incluindo pescados e sua integração a outras metodologias, atendendo às diferentes formas de obtenção dos peixes. As abordagens apresentam vantagens e desvantagens, mas deixando nítida a importância das etiquetas RFID na identificação de pescados, as quais foram funcionais e atenderam diferentes demandas, se tornando um alvo latente para sistemas que busquem o rastreio de pescados.

9. REFERÊNCIAS

Armani, A., Giusti, A., Castigliero, L., Rossi, A., Tinacci, L., Gianfaldoni, D., et al. (2014). Pentaplex PCR as screening assay for jellyfish species identification in food products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62, 12134–12143. Acesso em 05/06/22.

Augustin, M. A., M. Riley, R. Stockmann, L. Bennett, A. Kahl, T. Lockett, M. Osmond, P. Sanguansri, W. Stonehouse, I. Zajac, et al. Aung, M. M., and Y. S. Chang. 2014. Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. *Food Control* 39:172–84. doi: 10.1016/j.foodcont.2013.11.007. Acesso em 2/5/22.

Badia-Melis, R., P. Mishra, and G. L. Ruiz. 2015. Food traceability: New trends and recent advances. A review. *Food Control* 57: 393–401. doi: 10.1016/j.foodcont.2015.05.005. Acesso em 09/05/22.

BARBUTO, M.; GALIMBERTI, A.; FERRI, E.; LABRA, M.; MALANDRA, R.; GALLI, P.; CASIRAGHI, M. 2010. DNA barcoding reveals fraudulent substitutions in shark seafood products: the Italian case of “palombo” (*Mustelus* spp.). *Food Research International*, 43, 376-381. Acesso em 07/06/22.

BBC NEWS. Doença da vaca louca: o que se sabe sobre o caso registrado na Escócia. 18 de Outubro de 2018. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-45909425>>. Acesso em 29/04/22.

Bené C, Barange M, Subasinghe R, Pinstруп-Andersen P, Merino G, Hemre G, Williams M. 2015. Feeding 9 billion by 2050 – putting fish back on the menu. *Food Security* 7:261–274. Acesso em 03/05/22.

Bosona, T., and G. Gebresenbet. 2013. Food traceability as an integral part of logistics management in food and agricultural supply chain. *Food Control* 33 (1):32–48. doi: 10.1016/j.foodcont.2013.02.004. Acesso em 22/04/22.

Buck EH. 2010. Seafood marketing: combating fraud and deception. Report RL34124. Congressional Research Service, Washington, D.C. Acessado em 03/05/22.

BUITRAGO–SUÁREZ, U. A., & BURR, B. M. (2007). Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. *Zootaxa*, 1512(1), 1. doi:10.11646/zootaxa.1512.1.1. Acesso em 29/05/22.

BUITRAGO–SUÁREZ, U. A., & BURR, B. M. (2007). Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. *Zootaxa*, 1512(1), 1. doi:10.11646/zootaxa.1512.1.1 Acesso em 03/06/22.

CARVALHO, D. C.; PIMENTA NETO, D. A.; BRASIL, B. S. A. F.; et al. DNA barcoding unveils a high rate of mislabeling in a commercial freshwater catfish from Brazil. *Mitochondrial DNA*. 2011. Acesso em 13/07/22.

CARVALHO. Internet das coisas: entenda o que é e como funciona. 29 de Dezembro de 2021. Tecmundo. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/internet/230884-internet-coisas-entenda-funciona.htm>>. Acesso em 23/05/22.

Cawthorn D, Steinman HA, Witthuhn RC. 2012. DNA barcoding reveals a high incidence of fish species misrepresentation and substitution on the South African market. *Food Research International* 46:30–40. Acessado em 03/05/22.

Cohen NJ, Deeds JR, Wong ES, et al. 2009. Public health response to puffer fish (Tetrodotoxin) poisoning from mislabeled product. *Journal of Food Protection* 72:810–817. Acesso em 17/06/22.

Cohen NJ, Deeds JR, Wong ES, et al. 2009. Public health response to puffer fish (Tetrodotoxin) poisoning from mislabeled product. *Journal of Food Protection* 72:810–817. Acesso em 04/05/22.

CONEXÃO. Mapeamento de peixes contra fraudes. 27 de Agosto de 2010. Conexão UFRJ. Disponível em: <<https://conexao.ufrj.br/2010/08/mapeamento-de-peixes-contrafraudes/>>. Acesso em 05/05/22.

Coronado Mondragon, A.E.; Coronado Mondragon, C.E.; Coronado, E.S. Managing the Food Supply Chain in The Age of digitalization: A Conceptual Approach in The Fisheries Sector. *Prod. Plan. Control* 2020, 32, 242–255. Acesso em 21/06/22.

Crandall, P. G., C. A. O’Byrne, D. Babu, N. Jarvis, M. L. Davis, M. Buser, B. Adam, J. Marcy, and S. C. Ricke. 2013. Whole-chain traceability, is it possible to trace your hamburger to a particular steer, a U. S. perspective. *Meat Science* 95 (2):137–44. doi: 10.1016/j.meatsci.2013.04.022. Acesso em 3/05/22.

CRITICAL REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND NUTRITION 13 foods: contributions to nutrition. *The American Journal of Clinical Nutrition* 99 (6):1525–42. doi: 10.3945/ajcn.114.089284. Webster, F. E. 1992. The changing-role of market Dabbene, F., P. Gay, and C. Tortia. 2014. Traceability issues in food supply chain management: A review. *Biosystems Engineering* 120: 65–80. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2013.09.006. Acesso em 4/6/22.

DE LIMA , F. P., MOURÃO, A.A.D.F., NOBILE, A. B., FREITAS-SOUZA, D., OLIVEIRA, C., FORESTI, F. P. OCCURRENCE OF SERRASSALMIDAE HYBRID FISH IN THE AMAZON RIVER BASIN, BRAZIL. 04 de Dezembro de 2018. *Oecologia Australis* (ISSN: 2177-6199). Acesso em 10/08/22.

De Oliveira, A. R. G., NUNES, E. D. S. C. D. L., CORDEIRO, C. A. M. FRAUDES DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES DE PEIXES COMERCIALIZADAS EM UMA CIDADE NO ESTADO DO PARÁ-BRASIL. 2017. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. Disponível em: https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2017/agronomia/70_fdpedpceucnedp.pdf> Acesso em 12/07/22.

DIDIER, D. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 53, DE 1º DE SETEMBRO DE 2020 –

MAPA. 4 de Setembro de 2020. Alimentus Consultoria e assessoria. Disponível em <<https://alimentusconsultoria.com.br/instrucao-normativa-no-53-de-1o-de-setembro-de-2020-mapa/>> Acesso em 03/07/22.

EXAME. Como funciona a tecnologia blockchain?. 24 de Dezembro de 2021. Disponível em: <<https://exame.com/future-of-money/como-funciona-a-tecnologia-blockchain/>>. Acesso em 23/05/22.

Fan, B., J. Qian, X. Wu, X. Du, W. Li, Z. Ji, and X. Xin. 2019. Improving continuous traceability of food stuff by using barcode-RFID bidirectional transformation equipment: Two field experiments. *Food Control* 98:449–56. doi: 10.1016/j.foodcont.2018.12.002. Acesso em 2/5/22.

FAO. The Future of Food and Agriculture—Trends and Challenges; Annual Report; FAO Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2019/FAO annuaire. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/cb7874t/cb7874t.pdf>>. Acesso em 08/09/22.

FAO: Rome, Italy, 2017; p. 296. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). 2016. The state of the world fisheries and aquaculture 2016. FAO, Rome. Acessado em 03/05/22.

for traceability of plants and treatments in viticulture. *Biosystems Engineering* 113 (2):129–39. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2012.06.015. Acesso em 3/05/22.

Fox, M.; Mitchell, M.; Dean, M.; Elliott, C.; Campbell, K. The Seafood Supply Chain from A Fraudulent Perspective. *Food Secur.* 2018, 10, 939–963. Acesso em 23/05/22, G1. Em alguns estados, de 10 peixes vendidos 4 são "falsos". 14 de Abril de 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/fantastico/noticia/2019/04/14/em-alguns-estados-de-10-peixes-vendidos-4-sao-falsos.ghtml>>. Acesso em 13/8/22.

Giusti, A., Tinacci, L., Sotelo, C. G., Acutis, P. L., Ielasi, N., & Armani, A. (2019). Authentication of ready-to-eat anchovy products sold on the Italian market by BLAST analysis of a highly informative cytochrome b gene fragment. *Food Control*, 97, 50–57. Acesso em 05/06/22.

GOV. Aditivos e produtos industrializados de pescado. 2018. Governo Federal, Brasil. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/pescados/2018/03a-ro/ppt-aditivos-e-produtos-industrializados-de-pescado.pdf>>. Acesso em 23/09/22.

Guerreiro, Erminda da Conceição y O'Reilly Vasques, Ricardo y (2011), "Percepção dos Pescadores quanto ao estabelecimento do Período de Defeso da Pesca de Arrasto para a Região de Ilhéus (Bahia, Brasil)." *Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management*, Vol. 11, núm.4, pp.479-485 [Consultado: 3 de Mayo de 2022]. ISSN: . Disponible en : <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=388340135010>. Acesso em 8/07/22.

Heaton, M. P., J. E. Keen, M. L. Clawson, G. P. Harhay, N. Bauer, C. Shultz, B. T. Green, L. Durso, C. G. Chitko-McKown, and W. W. Laegreid. 2005. Use of bovine single nucleotide polymorphism markers to verify sample tracking in beef processing. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 226 (8):1311–4. doi: 10.2460/javma.2005.226.1311. Acesso em 1/08/22.

Hu, P.; Lamontagne, P. Internet of Things Based Contact Tracing Systems. *Sensors* 2021, 21, 7124. <https://doi.org/10.3390/s2121712>. Acesso em 03/07/22.

International Food Information Council Foundation. 2010. What is a processed food? You might be surprised! Understanding our food communications tool kit. In information Handout for the International Food Information Council Foundation September. 2010. www.foodinsight.org. Acesso em 13/07/22.

IMAP. 2010. Food and beverage industry global report 2010. IMAP. <https://www.proman.fi/sites/default/files/Food%20&%20beverage%0global%20report%202010_0.pdf> International Food Information Council Foundation. 2010. What is a processed food? You might be surprised! Understanding our food. Acesso em 21/7/22.

Jacquet JL, Pauly D. 2008. Trade secrets: renaming and mislabeling of seafood. *Marine Policy* 32:309–318. Acesso em 04/08/22.

Juskalian, R. The Place Where Life Hangs by A Chain. MIT Technol. Rev. 2018, 121, 42–51.. Acesso em 23/05/22.

Karlsen, K. M., K. A. M. Donnelly, and P. Olsen. 2011. Granularity and its importance for traceability in a farmed salmon supply chain. *Journal of Food Engineering* 102 (1):1– 8. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2010.06.022. Acesso em 2/5/22.

Kresna, B.A.; Seminar, K.B.; Marimin, M. Developing a Traceability System for Tuna Supply Chains. *Int. J. Supply Chain. Manag.* 2017, 6, 52–62.Acesso em 03/08/22.

Kumar, N., Harris, J., & Rawat, R. (2015). If They Grow It, Will They Eat and Grow? Evidence from Zambia on Agricultural Diversity and Child Undernutrition. *The Journal of Development Studies*, 51(8), 1060–1077. doi:10.1080/00220388.2015.1018901. Acesso em 23/09/22.

Lee, K. M., Min, J. S., Choi, W. J., Ahn, J. W., Yoon, S. W., & Kim, Y.-J. (2020). An advanced RFID-based system to localize gastric and colon cancers during laparoscopic surgery. *Surgical Endoscopy*. doi:10.1007/s00464-020-07371-4. Acesso em 15/06/22.

Ling KH, Cheung CW, Cheng SW, Cheng L, Li SL, Nichols PD, Ward RD, Graham A, But PPH. 2008. Rapid detection of oilfish and escolar in fish steaks: a tool to prevent keriorrhea episodes. *Food Chemistry* 110:538–546. Acesso em 04/07/22.

Luvisi, A., A. Panattoni, R. Bandinelli, E. Rinaldelli, M. Pagano, and E. Triolo. 2012. Ultra-high frequency transponders in grapevine: A tool for traceability of plants and treatments in viticulture. *Biosystems Engineering* 113 (2):129–39. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2012.06.015. Acesso em 16/7/22.

Mardis, E. R. (2017). DNA sequencing technologies: 2006–2016. *Nature Protocols*, 12(2), 213–218. doi:10.1038/nprot.2016.182. Acesso em: 05/05/22.

NCFISHES, The fishes of North Carolina. 2022. Disponível em <<https://ncfishes.com/marine-fishes-of-north-carolina/lutjanus-analis/>>Acesso em

20/06/22.

NEIVA, C. R. P.; MATSUDA, C. S.; MACHADO, T. M.; CASARINI, L. M.; TOMITA, R. Y. 2015. Glaciamento em filé de peixe congelado: revisão dos métodos para determinação de peso do produto. *Boletim do Instituto de Pesca*, 41, 899-906. Acesso em 17/7/22.

Olsen, P., and M. Borit. 2013. How to define traceability. *Trends in Food Science & Technology* 29 (2):142–50. doi: 10.1016/j.tifs.2012.10.003. Acesso em 2/5/22.

Olsen, P., and M. Borit. 2018. The components of a food traceability system. *Trends in Food Science & Technology* 77:143–9. doi: 10.1016/j.tifs.2018.05.004. Acesso em 29/04/22.

Pereira, L. H. G., Castro, J. R. C., Vargas, P. M. H., Gomez, J. A. M., & Oliveira, C. (2021). The use of an integrative approach to improve accuracy of species identification and detection of new species in studies of stream fish diversity. *Genetica*, 149(2), 103–116. doi:10.1007/s10709-021-00118-6. Acesso em 04/06/22.

Pereira, L. H. G., Castro, J. R. C., Vargas, P. M. H., Gomez, J. A. M., & Oliveira, C. (2021). The use of an integrative approach to improve accuracy of species identification and detection of new species in studies of stream fish diversity. *Genetica*, 149(2), 103–116. doi:10.1007/s10709-021-00118-6. Acesso em 03/08/22.

Pierini, G. D., D. D. S. Fernandes, P. H. G. D. Diniz, M. C. U. de Araujo, M. S. Di Nezio, and M. E. Centuri on. 2016. A digital image- based traceability tool of the geographical origins of Argentine 12 J. QIAN ET AL. propolis. *Microchemical Journal* 128:62–7. doi: 10.1016/j.microc. 2016.04.015. Acesso em 29/04/22.

Qian, J., C. Shi, S. Wang, Y. Song, B. Fan, and X. Wu. 2018. Cloud based system for rational use of pesticide to guarantee the source safety of traceable vegetables. *Food Control* 87:192–202. doi: 10.1016/j.foodcont.2017.12.015. Acesso em 3/05/22.

Qian, J., X. Yang, X. Wu, B. Xing, B. Wu, and M. Li. 2015. Farm and environment

information bidirectional acquisition system with individual tree identification using smartphones for orchard precision management. *Computers and Electronics in Agriculture* 116:101–8. doi: 10.1016/j.compag.2015.06.003. Acesso em 30/05/22.

RAHMAN, L.F.; Alam, L.; Marufuzzaman, M.; Sumaila, U.R. Traceability of Sustainability and Safety in Fishery Supply Chain Management Systems Using Radio Frequency Identification Technology. *Foods* 2021, 10, 2265.

<https://doi.org/10.3390/foods10102265>. Acesso em 7/06/22.

Regattieri, A., M. Gamberi, and R. Manzini. 2007. Traceability of food products: General framework and experimental evidence. *Journal of Food Engineering* 81 (2):347–56. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2006.10.032. Acesso em 29/04/22.

Rodriguez-Salvador, B., and D. C. Dopico. 2020. Understanding the value of traceability of fishery products from a consumer perspective. *Food Control* 112:107142. doi: 10.1016/j.foodcont.2020.107142. Acesso em 29/04/22.

Role of food processing in food and nutrition security. 2016 *Trends in Food Science & Technology* 56:115–25. doi: 10.1016/j.tifs.2016.08.005. Acesso em 22/06/22.

Salk, J. J., & Kennedy, S. R. (2019). Next-Generation Genotoxicology: Using Modern Sequencing Technologies to Assess Somatic Mutagenesis and Cancer Risk. *Environmental and Molecular Mutagenesis*. doi:10.1002/em.22342. Acesso em 09/07/22.

Shackell, G. H. 2008. Traceability in the meat industry - the farm to plate continuum. *International Journal of Food Science & Technology* 43 (12):2134–42. doi: 10.1111/j.1365-2621.2008.01812.x. Acesso em 18/05/22.

Silva, V. L., and N. Sanjuan. 2019. Opening up the black box: A systematic literature review of life cycle assessment in alternative food processing technologies. *Journal of Food Engineering* 250:33–45. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2019.01.010. Acesso em 03/08/22.

Thakur, M., G. M. Tveit, G. Vevle, and T. Yurt. 2020. A framework for traceability of hides for improved supply chain coordination. *Computers and Electronics in Agriculture*

174:105478. doi: 10.1016/j. compag.2020.105478. Acesso em 29/04/22.

Trebar, M. RFID Logistic Management with Cold Chain Monitoring–Cold Store Case Study. *Int. J. Ind. Manuf. Eng.* 2015, 9, 736–739. Acesso em 03/08/22.

Trebar, M.; Grah, A.; Melcon, A.A.; Parreno, A. Towards RFID Traceability Systems of Farmed Fish Supply Chain. In *Proceedings of the SoftCOM 2011, 19th IEEE International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks, Split, Croatia, 15–17 September 2011*; pp. 1–6. Acesso em 13/06/22.

Trebar, M.; Lotrić, M.; Fonda, I. Use of RFID Temperature Monitoring to Test and Improve Fish Packing Methods in Styrofoam Boxes. *J. Food Eng.* 2015, 159, 66–75. Acesso em 17/07/22.

Trebar, M.; Lotrić, M.; Fonda, I.; Pleteršek, A.; Kovačić, K. RFID Data Loggers in Fish Supply Chain Traceability. *Int. J. Antennas Propag.* 2013, 2013, 1–9. Acesso em 23/07/22.

VALDEZ-MONDRAGÓN, A. (2020). COI mtDNA barcoding and morphology for species delimitation in the spider genus *Ixchela* Huber (Araneae: Pholcidae), with the description of two new species from Mexico. *Zootaxa*, 4747(1), 54–76. doi:10.11646/zootaxa.4747.1.2. Acesso em 05/05/22.

Weaver, C. M., J. Dwyer, V. L. Fulgoni, J. C. King, G. A. Leveille, R. S. MacDonald, J. Ordovas, and D. Schnakenberg. 2014. Processed.

Wen, J., Zeng, L., Xiong, X., Xu, Y., Sun, Y., Chen, Z., et al. (2018). Species identification of dried shellfish (oyster, clam and mussel) products sold on the Chinese market. *Food Control*, 90, 199–204. Acessado em 05/05/22.

Willette, D. A., Simmonds, S. E., Cheng, S. H., Esteves, S., Kane, T. L., Nuetzel, H., ... Barber, P. H. (2017). Using DNA barcoding to track seafood mislabeling in Los Angeles restaurants. *Conservation Biology*, 31(5), 1076–1085. doi:10.1111/cobi.12888. Acesso em 01/06/22.

Wong EHK, Hanner R. 2008. DNA barcoding detects market substitution in North American seafood. *Food Research International* 41:828–837. Acesso em 18/06/22.

Yan, B.; Hu, D.; Shi, P. A Traceable Platform of Aquatic Foods Supply Chain Based on RFID and EPC Internet of Things. *Int. J. RF Technol.* 2012, 4, 55–70. Acesso em 22/7/22.

Zhang, Y.; Wang, W.; Yan, L.; Glamuzina, B.; Zhang, X. Development and Evaluation of An Intelligent Traceability System for Waterless Live Fish Transportation. *Food Control* 2019, 95, 283–297. Acesso em 30/05/22.

Zhao, H., F. Wang, and Q. Yang. 2020. Origin traceability of peanut kernels based on multi-element fingerprinting combined with multivariate data analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 100 (10):4040–8. doi: 10.1002/jsfa.10449. Acesso em 29/04/22. Acesso em 09/08/22.