



# PANORAMA DE LA PISCICULTURA EN BRASIL: BIENESTAR, ASPECTOS PRODUCTIVOS E IMPACTOS EN LA SALUD PÚBLICA

## ARTÍCULO DE REVISIÓN

NASCIMENTO, Kenikywayne Kerowayne Felix do<sup>1</sup>, FERREIRA, Millena Patrício do Nascimento<sup>2</sup>, MEDEIROS, Anna Karolyne de Araujo<sup>3</sup>, CORDEIRO, Geovania de Souza<sup>4</sup>, MEDEIROS, Elizabeth Sampaio de<sup>5</sup>, IMAZAKI, Pedro Henrique Didimo<sup>6</sup>, SOARES, Anísio Francisco<sup>7</sup>

NASCIMENTO, Kenikywayne Kerowayne Felix do. *et al.* **Panorama de la piscicultura en brasil: bienestar, aspectos productivos e impactos en la salud pública.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Año 08, Ed. 01, vol. 02, págs. 186-206. Marzo 2023. ISSN:2448-0959, Enlace de acceso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/biologia-es/aspectos-productivos>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/biologia-es/aspectos-productivos

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue realizar una revisión de la literatura en relación con el panorama acuícola en Brasil. Buscamos observar los impactos productivos de la producción pesquera brasileña, además de su impacto en la salud pública. Se realizó una investigación cuantitativa y documental con el fin de resolver las dudas planteadas durante la construcción del artículo. Los hallazgos durante la investigación permitieron observar los avances técnico-sanitarios en relación con la producción, el bienestar y la calidad del pescado brasileño.

Palabras clave: Acuicultura, Bienestar, Salud pública.

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el interés por el pescado ha crecido. Esto se debe al alto valor nutricional de este tipo de alimentos, además de su asociación con mejoras en la salud pública. Entre los beneficios de incluir pescado en la dieta, destaca el hecho de que es un alimento bajo en grasas (incluido el colesterol), con alto contenido en



proteínas y es una fuente de importantes componentes nutricionales como vitaminas, minerales y ácidos grasos insaturados. Entre los beneficios de comer una o dos porciones de pescado por semana se encuentran la reducción del riesgo de accidente cerebrovascular, depresión, Alzheimer y reducción de la tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares (SARTORI e AMANCIO, 2012).

Según Simon et al. (2019), el consumo de pescado brasileño aumenta constantemente y el precio del producto juega un papel relevante en este aumento, ya que los precios más bajos contribuyen a la decisión de elegir el consumo de pescado. En la región norte de Brasil, por ejemplo, debido a la oferta constante y los precios atractivos del pescado, especialmente en las comunidades ribereñas, la población tiende a consumir más de estos productos en comparación con otras fuentes de proteínas de origen animal (LOPES *et al.*, 2016).

La piscicultura es una forma eficiente de producir alimentos, con baja inversión, en comparación con otros sistemas de producción, como la carne de res; además de tener un alto retorno económico. En comparación con otros sectores de agronegocios, la piscicultura tiene la mayor capacidad para aumentar la producción mundial de alimentos (DE OLIVEIRA *et al.*, 2022).

La acuicultura se presenta como la alternativa más viable social y ambientalmente para satisfacer la creciente demanda de pescado. Pero con el aumento de la producción, uno de los mayores desafíos es controlar las enfermedades en los cultivos. Por esta razón, es importante adoptar el sistema de bioseguridad en todos los niveles de la cadena acuícola, lo que incluye la implementación de buenas prácticas llevadas a cabo por los productores (CNA, 2017).

La adopción de buenas prácticas de gestión sanitaria en la piscicultura tiene como objetivo reducir los riesgos a los que son susceptibles los peces. Para el buen desarrollo de los peces y para obtener una producción económicamente viable, es necesario controlar el entorno en el que se insertan estos animales. Por ejemplo,



cuando la calidad del agua se ve comprometida, causa daños a la salud, el crecimiento y la reproducción de los peces (LEIRA *et al.*, 2017). Teniendo en cuenta los factores enumerados anteriormente, el objetivo de esta revisión es describir los aspectos relacionados con la piscicultura en Brasil y la importancia de adoptar buenas prácticas en la producción pesquera para la promoción del bienestar y la prevención de enfermedades con impacto en la salud pública.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio describe una revisión de la literatura narrativa y cualitativa, cuyas bases de datos utilizadas para realizar esta investigación y selección de artículos científicos fueron: *Scimedirect*, *Electronic Library Online* (SciELO), PubMed y Google académico. La búsqueda manual se realizó entre los meses de noviembre de 2022 y enero de 2023, considerando como criterios de inclusión: artículos en portugués, inglés y español; trabajos que se ajusten al tema propuesto por esta investigación; artículos disponibles en su totalidad; Artículos; y, trabajos con título y resumen correspondientes con el objetivo de esta investigación. Para la búsqueda del material bibliográfico a consultar, se utilizaron las siguientes palabras clave: piscicultura; bienestar; gestión pesquera, producción acuícola; zoonosis; Salud única. La revisión se produjo a partir de la lectura, análisis, interpretación y síntesis de la información adquirida de las obras seleccionadas que se consideraron que contenían información relevante para el tema abordado.

Entre los criterios de exclusión para la búsqueda de material bibliográfico se encuentran: trabajos cuyo contenido no estaba relacionado con el tema de este estudio; estudios cuyos resultados no se aplicaron a los objetivos de este trabajo; publicaciones que no estaban en las bases de datos utilizadas en este trabajo y artículos pagados. Se exploraron obras antiguas para publicaciones recientes. Por lo tanto, no se tuvieron en cuenta las fechas de publicación de los artículos, pero se utilizaron los más recientes como base de información. En cuanto a los aspectos



éticos, debido a la disponibilidad de datos al dominio público, no hubo necesidad de presentación al Comité de Ética en Investigación.

### **3. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

#### **3.1 ASPECTOS GENERALES DE LA ACUICULTURA EN BRASIL**

Según De Jesus (2020) la acuicultura puede definirse como cualquier cultivo de animales donde el agua es hábitat obligatorio en partes o en toda su vida y está presente en todas las regiones de Brasil debido al progreso realizado en las técnicas de cultivo de peces y el aumento de la demanda del mercado por su carne y la sostenibilidad ambiental relacionada con la piscicultura. Por lo tanto, la piscicultura se considera en Brasil una actividad de gran importancia agrícola, que genera apoyo a los ingresos de los pescadores, las comunidades indígenas y los pequeños terratenientes, de la misma manera que es la base económica de muchas familias brasileñas de bajos ingresos (TORRES *et al.*, 2017). Además, la piscicultura genera alimentos proteicos de alto valor biológico, contribuyendo a la nutrición de la población local (CAMPECHE e GUILHERME, 2019).

La acuicultura ha sido reconocida mundialmente como una tecnología de producción de alimentos de alta tasa de crecimiento durante varias décadas (GARLOCK *et al.*, 2020). En las próximas décadas, la demanda de productos que se basan en la producción de pescado tiende a experimentar una expansión como resultado de los cambios socioeconómicos y los cambios en los patrones dietéticos. Aliada a este factor, la producción de organismos acuáticos a través de la acuicultura también tiene su importancia social en el desarrollo rural, ya que es responsable de la generación de empleo e ingresos (IGARASHI, 2021).

El fortalecimiento de la acuicultura se debe al avance de las políticas públicas y la implementación de nuevas tecnologías en la industria agrícola (CARNEIRO *et al.*, 2022). Sin embargo, los hábitos de consumo de pescado se modificaron a lo largo



de las décadas debido a cambios socioeconómicos y culturales como el aumento de los ingresos, la emancipación femenina y especialmente la urbanización (PEDROZA FILHO *et al.*, 2020). Según la FAO, la *Food and Agriculture Organization* de las Naciones Unidas (2018), la producción acuícola debería alcanzar los 109,4 millones de toneladas para 2030, un 37% más que en 2016, sin embargo, para 2020, la producción pesquera y acuícola total alcanzó un récord histórico de 214 millones de toneladas, con 178 millones de toneladas de peces acuáticos y 36 millones de toneladas de algas (FAO, 2022).

Brasil es uno de los países con mayor potencial para la acuicultura debido a sus condiciones climáticas naturales y su matriz energética, además de ser un país que tiene una extensión costera de más de ocho mil kilómetros y su dimensión territorial, que tiene aproximadamente el 13% del agua dulce renovable del planeta (ROCHA *et al.*, 2013). En cuanto a la producción de peces cultivados en Brasil, entre 2014 y 2018 aumentó en 143.760 toneladas, llegando a 722.560 toneladas en 2018. En el mismo año, la tilapia fue la especie más cultivada, participando en el 6,67% del total mundial (PEIXE BR, 2019). Además, la extensión del país y su diversidad socioeconómica justifica la diversidad de su mercado, con más de 25 especies cultivadas (PEDROZA FILHO *et al.*, 2020).

### **3.2 ASPECTOS PRODUCTIVOS DE LA ACUICULTURA EN BRASIL**

Aunque la acuicultura está fuertemente presente en el continente asiático, representando el 89% de la producción mundial, la producción en América del Sur ha aumentado constantemente (FAO, 2020). Brasil tiene condiciones favorables para la producción acuícola: diez millones de hectáreas de profundidad de agua en embalses de centrales hidroeléctricas, represas y propiedades privadas, clima favorable para el crecimiento de organismos cultivados, producción de granos para la fabricación de raciones, además de la diversidad de especies (RODRIGUES *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2022). Sin embargo, el país no aparece en una posición destacada con respecto al mercado mundial de pescado, ubicándose en el puesto



13 con 630 mil toneladas en 2020, mientras que China, India e Indonesia aparecen como un destaque, con 50, 9 y 5 millones de toneladas, respectivamente (FAO, 2020).

En cuanto a las especies más cultivadas, las producciones destacadas fueron tilapia (323.51 mil toneladas), tambaqui (101.08 mil toneladas) y camarón (54.33 mil toneladas) (IBGE, 2019). De estas especies, la participación en el valor total de la producción de tilapia brasileña en 2018 fue equivalente al 36%, seguida del camarón (22%) y el tambaqui (15%) (IBGE, 2019).

Según la Encuesta Ganadera Municipal (PPM)[8] en 2019, la región Sur se destacó en producción acuícola con una producción de 180.2 mil toneladas, que representó el 31.1% de la producción nacional, seguida de las regiones Nordeste (144.2 mil toneladas; 24.9%), Norte (98.9 mil toneladas; 17.1%), Sureste (92.4 mil toneladas; 15.9%) y Medio Oeste (63.8 mil toneladas; 11%) (IBGE, 2019).

La región sudeste mostró un fuerte crecimiento en la producción entre 2014 y 2018 (11,06%), este crecimiento fue el resultado de las inversiones en piscicultura, especialmente tilapia en los estados de São Paulo y Minas Gerais, donde se registró un aumento de 86, 86,4% y 104,6%, respectivamente, del cultivo de la especie (VIDAL e XIMENES, 2019).

A pesar de la creciente producción en Brasil, las importaciones superan las exportaciones en diferentes segmentos de pescado, lo que resulta en déficits crecientes en la balanza comercial brasileña del sector (SIQUEIRA, 2018). En 2018, el país importó aproximadamente 358,29 mil toneladas de pescado, lo que correspondió al 62% de la producción acuícola nacional en el mismo año (VIDAL e XIMENES, 2019). Así, es posible observar que el sector acuícola se presenta como una oportunidad de mercado para nuevos productores, con el fin de satisfacer las demandas del mercado interno, aumentar la producción local de manera



competitiva, reemplazar importaciones o compensar importaciones a través de exportaciones (SIQUEIRA, 2018).

Es importante destacar que el consumo per cápita de pescado en Brasil es de solo 9 kg/año, cifra por debajo de la recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que la población debe comer pescado al menos dos veces por semana, siendo el consumo per cápita ideal de 12 kg/año (SIQUEIRA, 2018). Aun así, el consumo anual promedio de pescado per cápita de los hogares en Brasil fue de 5,66 kg (IBGE, 2019), con una disparidad importante en el consumo promedio entre las regiones del país: Norte (17,70 kg per cápita por año), Nordeste (8,25 kg), Medio Oeste (3,69 kg), Sur (3,36 kg) y Sudeste (2,73 kg), respectivamente (IBGE, 2019).

Por lo tanto, es importante evaluar y comprender el consumo doméstico de pescado por parte de la población brasileña para la creación de estrategias por parte de productores y minoristas, como para la creación de políticas públicas que fomenten la distribución de pescado donde hay poca oferta, y campañas para fomentar el consumo y la producción acuícola sostenible (WAGNER, 2023).

### **3.3 BIENESTAR DE LOS PECES**

La piscicultura es la principal actividad de miles de brasileños y actualmente atraviesa una fase de expansión y consolidación en el mercado. Por lo tanto, la forma de los sistemas de gestión y cría debe sufrir cambios para mejorar la producción pesquera y las condiciones sanitarias (GOMES *et al.*, 2020). Sin embargo, con el aumento en la producción de técnicas utilizadas en Brasil, los factores que afectan la productividad aún deben tenerse en cuenta como las formas de manejo de los peces, la gran cantidad de animales para el almacenamiento, la calidad del agua y el estado nutricional de los peces que está directamente relacionado con el estrés crónico de los animales y la dispersión de patógenos (TAVARES-DIAS e MARIANO, 2015).



El sistema de piscicultura requiere condiciones y planificación adecuadas. Antes de establecer un sistema de cultivo en un sitio, se debe analizar la estructura de la propiedad y la región, el mercado y la legislación (LIMA *et al.*, 2021). Sin embargo, la piscicultura a menudo se guía por los principios de maximizar la producción y buscar mayores ganancias, y en muchos casos no se presta atención a la salud y el bienestar de los animales involucrados en el proceso (HASTEIN, 2005). Por lo tanto, ahora existe una creciente conciencia pública y científica sobre la importancia de comprender el estrés y la salud de los peces y los animales acuáticos en general, desde una perspectiva fisiológica y conductual (MARTOS-SITCHA *et al.*, 2020).

El bienestar animal, que por definición garantiza necesidades vitales en ausencia de experiencias negativas, es cada vez más importante no solo para los ecosistemas terrestres, sino también para los ecosistemas acuáticos (JEREZ-CEPA e RUIZ-RAJABO, 2021). Según la literatura, las habilidades cognitivas se revelaron en varias especies de peces, incluido el uso de herramientas, preferencias y personalidades individuales. Además, muchas especies involucradas en la acuicultura, incluidos los peces, ahora son reconocidas por poseer capacidades conductuales y emocionales consistentes con estándares ampliamente aceptados de consideración ética y protección del bienestar (FRANKS *et al.*, 2021).

El argumento en contra de la existencia de la sintiencia en relación con el dolor y el sufrimiento en los animales acuáticos se basa en el conocimiento de conceptos básicos de la neurobiología que llevaron a la conclusión de que su existencia en peces e invertebrados es poco probable. Por lo tanto, el contraargumento de esta tesis se reduce a la alusión de que algunas especies tienen respuestas fisiológicas que, a través de la equivalencia funcional, son similares a la sensibilidad y la capacidad de experimentar dolor y estrés (BROWMAN *et al.*, 2019).

Hay varios factores estresantes que afectan la homeostasis de los peces, como los niveles de oxígeno disuelto en el agua y la densidad de población, que pueden estar presentes en una producción intensa e incluso pueden coexistir (MARTOS-SITCHA





*et al.*, 2020). Teniendo en cuenta el hecho de que los peces tienen nocicepción y perciben el dolor adecuadamente, para analizar la calidad de la carne de pescado en relación con su bienestar, es necesario evaluar los procedimientos ante mortem, los métodos de aturdimiento y el sacrificio (DASKALOVA, 2019).

El bienestar también es importante durante el transporte y la cosecha y los factores estresantes pueden causar impactos en la calidad de la carne en su apariencia y sabor (REY *et al.*, 2019). Estudios recientes exploran los posibles indicadores de bienestar que consideran tanto la biología de los peces como sus requerimientos ambientales que es considerado por los autores como una brecha en la investigación en bienestar que debe construirse con la unión de la comunidad acuícola científica e industrial desde una perspectiva ética (RAPOSO DE MAGALHÃES *et al.*, 2020)

### **3.4 CONDICIONES DE GESTIÓN DEL BIENESTAR ANIMAL**

La piscicultura, así como la mayoría de los procesos zootécnicos, emplean sistemas que tienen como objetivo producir el máximo al menor costo. Es de suma importancia que la producción se realice buscando el equilibrio entre el aumento de la productividad, la preservación del medio acuático y la promoción del bienestar de los peces (ROTTA; QUEIROZ, 2003; ISHIKAWA *et al.*, 2020). La adopción de buenas prácticas de manejo para la producción pesquera no solo promueve el bienestar de estos animales, sino que también proporciona una reducción de posibles impactos ambientales. Prácticas como la reducción de la densidad de población, el uso de piensos de mejor calidad (con un equilibrio adecuado de aminoácidos esenciales y una mayor digestibilidad, por ejemplo) y la prevención de la erosión del suelo en áreas adyacentes a los sistemas de producción, pueden proporcionar beneficios a los acuicultores y crear conciencia sobre la autogestión ambiental, donde las buenas prácticas garantizan una mejor calidad ambiental y, en consecuencia, mejoran el rendimiento de la cría generar más beneficios (ROTTA; QUEIROZ, 2003).



El bienestar de los peces puede verse comprometido por varios factores, entre los que se encuentran: trauma, enfermedades, tratamiento y manejo inadecuados. Por lo tanto, para que el bienestar se implemente correctamente, debe estar en línea con otros conceptos que implican, entre otros factores, las necesidades, libertades, adaptación, control, estrés, dolor y salud de los peces (CAMINHAS, 2015).

Conte (2004) informa que el estrés es uno de los principales factores relacionados con la aparición de enfermedades y mortalidad en la acuicultura. El estrés en los peces puede ser de numerosos tipos, incluidos los de naturaleza química, como contaminantes, bajo pH y contenido de oxígeno; y los de carácter físico, como el transporte, el confinamiento o la gestión (OLIVEIRA; GALHARDO, 2007). Como citan Pedrazanni *et al.* (2007), los principales puntos críticos de la producción pesquera involucran factores relacionados con el manejo, la alimentación, la calidad del agua, la densidad de población, el sacrificio y el transporte; y que, cuando está desequilibrado, puede interferir con el grado de bienestar.

Existen estrategias para mejorar el bienestar de los peces de cultivo que se basan en el cumplimiento de las recomendaciones de buenas prácticas de cultivo y tienen en cuenta las cinco libertades y áreas de bienestar. El enriquecimiento ambiental es una herramienta importante que tiene como objetivo satisfacer las necesidades de los peces para que puedan expresar el comportamiento natural y así aumentar su grado de bienestar al mejorar la calidad de vida (BARCELLOS, 2022). Existe un creciente interés en los efectos del enriquecimiento ambiental en los peces de cultivo, especialmente en el enriquecimiento estructural. Sin embargo, existen otras estrategias que merecen atención y que pueden ser de interés para la piscicultura, como el enriquecimiento sensorial, ocupacional, social y alimentario (ARECHAVALA-LOPEZ *et al.*, 2021).

El enriquecimiento estructural consiste en agregar complejidad física con objetos o cualquier modificación estructural para aumentar la heterogeneidad del entorno de reproducción. El enriquecimiento nutricional implica la forma y frecuencia del



suministro de alimentos, dependiendo de la especie de pescado. El enriquecimiento sensorial puede ser visual, auditivo y táctil y tiene como objetivo reproducir las características del entorno natural (BARCELLOS, 2022). Brito *et al.* (2015) presentan algunos tipos de aplicación de enriquecimiento físico en su estudio con la introducción de diferentes sustratos, piedras, plantas artificiales o naturales y palos de madera. Brown *et al.* (2003) demuestran la implementación del enriquecimiento social y alimentario a través de la exposición de peces cultivados a presas vivas.

Como citan Näslund y Johnsson (2016), el enriquecimiento puede influir en muchos aspectos de la biología de los peces cautivos, como el gasto de energía, la aparición de lesiones, el estrés y la susceptibilidad a enfermedades. La adición de enriquecimiento físico no es una solución a todos los problemas en la piscicultura y los efectos generalmente varían. Pero, se utiliza para reducir la expresión de características indeseables que los peces desarrollan en cautiverio. Además, la implementación del enriquecimiento debe tener en cuenta cada especie y etapa de la vida, con especial atención a sus características y preferencias naturales.

Algunos procedimientos que involucran la manipulación física de peces, como la captura para el control de enfermedades y la captura, son actividades que causan estrés físico y psicológico agudo, y son adicionales a los factores estresantes crónicos. Durante la captura es común que ocurra el ejercicio de escape, además de la abrasión del cuerpo del animal contra otros peces, contra las redes/puches y la exposición al aire. Esto provoca la producción de altas concentraciones de lactato, iones H<sup>+</sup> en el músculo y cortisol, que son indicadores de estrés y pueden generar enfermedades y causar mortalidad (BARNETT; PANKHURST, 1998; CONTE, 2004).

Estos efectos negativos pueden mitigarse asociando, por ejemplo, los alimentos con la captura y el transporte (PEDRAZANNI *et al.* 2007). Este procedimiento se llama condicionamiento, que es un proceso de aprendizaje y modificación del



comportamiento a través de mecanismos de estímulo-respuesta en el sistema nervioso central del individuo (DANTAS, s.d.). En una investigación realizada por Schrek *et al.* (1995) se realizó el acondicionamiento de salmones juveniles (*Oncorhynchus tshawytscha*) con el fin de mejorar la respuesta al estrés durante y después del transporte. Después de la asociación del refuerzo positivo (alimento) a la captura y transporte, se observó que los peces acondicionados tenían un menor nivel de cortisol, glucosa plasmática y lactato muscular que los peces no condicionados. Además, a diferencia de los peces no acondicionados que tenían una tasa de mortalidad de hasta el 46%, los peces acondicionados sobrevivieron al transporte, no se vieron afectados por otros factores estresantes como el bajo nivel de oxígeno y adquirieron una mayor resistencia a la infección por *Aeromonas salmonicidas*.

Comúnmente, las causas más comunes de estrés en los peces de cultivo están directamente relacionadas con la composición del alimento y su capacidad para satisfacer los requisitos nutricionales. Por esta razón, las dietas de baja calidad, que ignoran las particularidades nutricionales y fisiológicas específicas de la especie, aumentan la posibilidad de aparición de enfermedades y mortalidad en la piscicultura (ROTTA; QUEIROZ, 2003). Para evaluar la calidad de un alimento, se debe considerar su composición nutricional, nivel de digestibilidad y aspectos físicos como el color, el olor, la dureza, el tamaño del grano, la estabilidad hidráulica y la flotabilidad (RODRIGUES *et al.*, 2017).

La privación prolongada de alimentos no tiene mucho impacto en el equilibrio de los peces, pero es un factor determinante para la preservación del bienestar ya que es importante considerar la motivación propia y voluntaria de estos animales en la alimentación (OLIVEIRA; GALHARDO, 2007). Cuando hay privación prolongada de alimentos, las consecuencias generadas incluyen, por ejemplo, una disminución en el estado nutricional por pérdida de macronutrientes a vitaminas y minerales, generar estrés oxidativo, causar daño a la función inmunológica y, en casos



extremos, puede conducir a la mortalidad (WANG *et al.*, 2006; CARUSO *et al.*, 2011; NAMRATA *et al.*, 2011; MIDWOOD *et al.*, 2016).

Debido al contacto íntimo entre los peces y el agua en la que viven, es de suma importancia conocer los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua, para que se garantice el control de calidad adecuado una mejor calidad de vida dentro de la piscicultura (BARCELLOS, 2022). El grado de salinidad, pH, concentraciones de oxígeno, dióxido de carbono y nitrógeno disuelto en el agua, luminosidad y regímenes de temperatura son los factores más críticos para el mantenimiento de la homeostasis de los peces en el agua (OLIVEIRA; GALHARDO, 2006). Para obtener buenos resultados, es necesario evaluar las características naturales de los peces y considerar la interacción de estos factores con el espacio disponible y el entorno social en el que se insertan (CONTE, 2004; PEDRAZANNI *et al.*, 2007).

El aumento de la densidad de población y la consiguiente disminución de la calidad del agua son factores que aumentan el riesgo de adaptación deficiente de los peces y la reducción del grado de bienestar (PEDRAZANNI *et al.* 2007). En estas condiciones, la interacción social es otro precursor del estrés, ya que algunas especies tienen comportamientos dominantes específicos (por alimento, territorio o hembra) creando jerarquías y asumiendo comportamientos agresivos (BARRETO, 2011).

Además, la falta de espacio para nadar también es perjudicial para muchas especies. Por lo tanto, el comportamiento agresivo puede modificarse ajustando la densidad de población, y la cantidad ideal de grupos depende de las características de comportamiento de cada especie, como si son animales cardúmenes o si son territorialistas. En general, las densidades demasiado altas causan un efecto nocivo (OLIVEIRA; GALHARDO, 2007).

El transporte es una etapa importante en la piscicultura que puede tener consecuencias agudas y desarrollar respuestas secundarias al estrés, ya que hay



una serie de estímulos adversos que van desde la captura hasta el transporte en sí, la descarga y el almacenamiento de pescado en el destino. Por lo tanto, la tolerancia de estos animales está relacionada con su capacidad para resistir o adaptarse a situaciones adversas (ROBERTSON *et al.*, 1988). El estrés fisiológico causado por factores como la manipulación, la acumulación de dióxido de carbono y amoníaco en el agua permanece de seis horas a un día y puede persistir hasta dos semanas si persiste la exposición a factores estresantes o si el pez se debilita incluso antes del transporte (ALVES *et al.*, 2016).

Se pueden utilizar algunos métodos para reducir los efectos adversos causados por el transporte. Según Grottum *et al.* (1997), el ayuno y la restricción de alimentos pueden adoptarse antes del transporte, ya que reducen el consumo de oxígeno, la excreción de amoníaco y el dióxido de carbono por parte de los peces. Este procedimiento mejora la calidad del agua al permitir una mayor densidad de población y transporte durante un período más largo. Ross y Ross (1999) citan que el uso de anestésicos puede reducir la excitación de los peces evitando lesiones físicas durante el transporte, además de reducir el consumo de oxígeno y la excreción de amoníaco y dióxido de carbono. Sin embargo, otros autores reportan resultados contradictorios para diferentes especies de peces que fueron sometidos a anestésicos diluidos en agua de transporte (CARNEIRO; URBINATI, 2001; WURTS, 1995; INOUE *et al.*, 2010).

La benzocaína es uno de los anestésicos más utilizados en la piscicultura brasileña, ya que es un producto de bajo costo y disponible en el mercado, con la característica de ser eliminado del tejido muscular de los peces alrededor de 24 horas después de la exposición (INOUE *et al.*, 2010).

La mayoría de los anestésicos utilizados en los peces se absorben en los tejidos a través de las branquias. Con esto, cualquier factor que afecte esta ruta, como la temperatura por ejemplo, puede comprometer la efectividad del anestésico y



también la eliminación de sus residuos. Para eliminar estos residuos es necesario que haya depuración (DELBON, 2006).

Vidal *et al.* (2008) informan que no existe legislación en Brasil que regule el uso de anestésicos en el pescado para consumo humano. Sin embargo, países como los Estados Unidos de América (EE.UU.) y Nueva Zelanda tienen regulaciones con respecto al uso de eugenol, lo que indica que no hay necesidad de la depuración de los peces después de la anestesia. Sin embargo, en los EE.UU., los animales anestesiados con MS-222 (tricaína metano sulfonato) y benzocaína deben ser eliminados durante 21 días; en Nueva Zelanda, MS-222 requiere diez días de autorización y no hay un período específico para la benzocaína.

Otra alternativa es la adición de cloruro de sodio en el agua de transporte para minimizar las pérdidas de iones sanguíneos al disminuir el gradiente osmótico entre el plasma y el medio ambiente (DA SILVEIRA *et al.*, 2009). Esto es lo que Gomes *et al.* (2003) realizaron en su investigación, en la que para el transporte de juveniles de tambaquí (*Colossoma macropomun*) se utilizó NaCl (8g/L), a una densidad máxima de 150 kg/m<sup>3</sup>. Los resultados demuestran que los parámetros físico-químicos de la calidad del agua se mantienen con las características adecuadas, la respuesta al estrés es mínima y no hay mortalidad.

Muchos métodos para matar peces causan un sufrimiento severo y prolongado. Sin embargo, desde el punto de vista del bienestar animal, cualquier método de sacrificio debe adoptar un procedimiento de insensibilización e inconsciencia antes de la muerte y debe durar lo más corto posible, persistiendo la insensibilización hasta la muerte del animal (PEDRAZZANI *et al.*, 2008). Se considera matanza humanitaria cuando la insensibilización se lleva a cabo inmediatamente, evitando sufrimientos innecesarios en los peces, reduciendo así el miedo y el dolor, que son factores estresantes (FERREIRA *et al.*, 2018).



Algunos métodos de sacrificio utilizados para los peces son el golpe letal en la cabeza, el aturdimiento eléctrico (descarga), la sección de la médula seguida de sangrado de las branquias, el choque térmico con el uso de hielo para el aturdimiento previo al sacrificio y la muerte por asfixia. En general, la descarga eléctrica, el golpe letal aplicado a la cabeza y la sección de la médula ósea son los métodos que causan menos sufrimiento, porque promueven un aturdimiento más rápido en los peces (PEDRAZZANI *et al.*, 2008). Sin embargo, son necesarios más estudios relacionados con los métodos de sacrificio, ya que el mismo método no puede recomendarse para todas las especies (FERREIRA *et al.*, 2018).

Hasta la fecha, no existe legislación brasileña relacionada con el sacrificio de peces, y los métodos comúnmente utilizados se consideran inaceptables desde la perspectiva del sacrificio humanitario. Como la asfixia por exposición al aire, que provoca pérdida de conciencia en unos cinco minutos, un tiempo similar al sangrado. La inmersión en hielo, el método más utilizado en Brasil, puede tomar hasta 20 minutos para la pérdida de conciencia. Por lo tanto, en términos de industria, los únicos métodos de insensibilización con bajo impacto negativo en el bienestar de los peces que cumplen con el requisito de insensibilidad inmediata cuando se usan adecuadamente son la insensibilización de percusión (no perforar ni perforar) y por descarga eléctrica (electronarcosis) (MAPA, 2022).

### **3.5 PAPEL EN LA SALUD PÚBLICA**

La calidad y la seguridad de los alimentos representan una preocupación creciente hoy en día porque están directamente relacionadas con su papel en la salud pública, debido a las enfermedades transmitidas por los alimentos. El aumento progresivo de la legislación y las regulaciones relacionadas con este tema demuestra la preocupación relacionada con el tema de la salud pública (SOARES e GONÇALVES, 2012). El pescado es una de las principales fuentes de proteínas para la alimentación humana, y con el aumento del consumo, está cada vez más preocupado por su papel en la salud pública. Porque es un tipo de carne que tiene





características intrínsecas únicas, como un pH cercano a la neutralidad, favoreciendo así la proliferación de microorganismos, como *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli* O157:H7, *Vibrio* spp., *Giardia lamblia* etc. (ORDÓÑEZ, 2005).

Además de los microorganismos patógenos que pueden estar presentes en esta carne, la presencia de endoparásitos y toxinas también representa un riesgo para la salud pública (GERMANO, 2008). Los peces pueden verse afectados por numerosas especies de protozoos y parásitos, ya sea en la superficie de la piel o en sus órganos internos (FONSECA, 2004).

El principal grupo de endoparásitos de peces que preocupan a la salud pública son las especies *Anisakidae* (GERMANO, 2008). Nematodes of this species parasitize the gastric system of marine mammals and larvae are observed in intermediate hosts such as salmon, herring, tuna, cod, and others (SOARES e GONÇALVES, 2012). Otro factor limitante de la calidad del pescado está asociado con la contaminación por histamina, que se produce en ciertas especies de peces, como el atún, la cola de caballo y el bonito (SOARES e GONÇALVES, 2012). Los peces acumulan histidina libre en sus fluidos musculares, que es descarboxilada por enzimas bacterianas que se convierten en histamina (GONÇALVES, 2009).

#### **4. CONCLUSIÓN**

La creciente demanda de consumo de pescado en el escenario mundial es innegable. Esto implica una mayor demanda de disponibilidad de productos acuícolas.

Brasil es un país con gran potencial para la producción pesquera en el mundo, además de tener un gran territorio marítimo, todavía tiene una gran cuenca fluvial, lo que favorece la producción de peces de agua dulce y salada.



Los sistemas de piscicultura requieren condiciones de planificación y manejo y un tratamiento adecuado, para que exista el mantenimiento del bienestar de los peces, además de minimizar la presencia de parásitos y garantizar la calidad y seguridad alimentaria del producto.

Después de analizar los contenidos de las obras de referencia, se evidenció que aunque hay un crecimiento en el número de publicaciones en el área, todavía hay un vasto campo de investigación que necesita ser profundizado.

Se necesita una mayor investigación tecnológica para analizar y minimizar los impactos de la piscicultura brasileña en el medio ambiente, el bienestar animal y la salud pública.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la *Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco* y a la *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)* – Finance Code 001.

## REFERENCIAS

ALVES, A. R.; FIGUEIREDO JÚNIOR, J. P.; SANTANA, M. H. M.; ANDRADE, M. V. M.; LIMA, J. B. A.; PINTO, L. S.; RIBEIRO, L. M. Efeito do estresse sobre a qualidade de produtos de origem animal. **Pubvet**, v. 10, n. 6, p. 448-512, 2016. Available in: <https://www.pubvet.com.br/artigo/2882/efeito-do-estresse-sobre-a-qualidade-de-produtos-de-origem-animal> #~:text=Assim%2C%20o%20animal%20que%20apresentar,produ%C3%A7%C3%A3o%20e%20qualidade%20dos%20produtos. Access in: 26 jan. 2023.

ARECHAVALA-LOPEZ, P.; CABRERA-ÁLVAREZ, M. J.; MAIA, C. M.; SARAIVA, J. L. Environmental enrichment in fish aquaculture: A review of fundamental and practical aspects. **Reviews in Aquaculture**, Faro – Portugal, v. 14, n. 2, p. 704-728, 2021. Available in: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/raq.12620>. Access in: 6 dez. 2022.

BARCELLOS, L. J. G. **Manual de boas práticas na criação de peixes de cultivo**, 1ª ed. Brasília: MAPA/SDI, 2022, 171p. Available in: 203



<https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/educacao-sanitaria/>. Access in: 30 nov. 2022.

BARNETT, C. W.; PANKHURST, N. W. The effects of common laboratory and husbandry practices on the stress response of greenback flounder *Rhombosolea tapirina* (Günther, 1862). **Aquaculture**, Tasmânia – Austrália, v. 162, n. 3-4, p. 313-329, 1998. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848698002026>. Access in: 6 dez. 2022.

BARRETO, T. N. **Efeito da homogeneidade de tamanho sobre o comportamento agressivo e o estresse social na tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem tailandesa**. 2011. 36 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São Paulo, 2011.

BRITO, J. M.; FERREIRA, A. H. C.; SANTANA JÚNIOR, H. A.; NASCIMENTO, A. dos S.; FREITAS, L. de O.; SANTOS, D. H. L.; SILVA, B. R.; BATISTA, J. M. M.; SANTOS, G. L.; OLIVEIRA, L. T. S. Enriquecimento ambiental na piscicultura. **Nutritime Revista Eletrônica**, v. 12, n. 5, p. 4260-4267, 2015. Available in: <http://www.nutritime.com.br>. Access in: 7 dez. 2022.

BROWN, C.; DAVIDSON, T.; LALAND, K. Environmental enrichment and prior experience of live prey improve foraging behaviour in hatchery-reared Atlantic salmon. **Journal of Fish Biology**, Madingley – UK, v. 63, n. 1, p. 187-196, 2003. Available in: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1095-8649.2003.00208.x>. Access in: 6 dez. 2022.

BROWMAN, H. I.; COOKE, S. J.; COWX, I. G.; DERBYSHIRE, S. W.; KASUMYAN, A.; KEY, B.; ARLINGHAUS, R. Welfare of aquatic animals: where things are, where they are going, and what it means for research, aquaculture, recreational angling, and commercial fishing. **ICES Journal of Marine Science**, vol. 76, n. 1, pp. 82-92, 2019.

CAMINHAS, A. M. T. A prática do pesque-e-solte sob a perspectiva dos estudos de bem-estar de peixes: perspectivas de um debate ético científico. **Revista Panorâmica On-line**, Barra do Garças – MT, v. 19, p.10-22, 2015. Available in: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/revistapanoramica/index.php/revistapanoramica/article/view/632>. Access in: 5 dez. 2022.

CAMPECHE, D. F. B.; GUILHERME, L. C. Piscicultura na agricultura familiar. **Agricultura familiar**, pp. 363, 2019.

CARUSO, G.; DENARO, M. G.; CARUSO, R.; MANCARI, F.; GENOVESE, L.; MARICCHIOLO, G. Response to short term starvation of growth, haematological,



biochemical and non-specific immune parameters in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo*). **Marine environmental research**, v. 72, n. 1-2, p. 46-52, 2011. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141113611000481>. Access in: 7 dez. 2022.

CARNEIRO, P. C. F.; URBINATI, E. C. Electrolyte disturbance in matrinxã Brycon cephalus following transport stress under benzocaine effect. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 11, n. 4, p. 1-13, 2001. Available in: [http://dx.doi.org/10.1300/J028v11n04\\_01](http://dx.doi.org/10.1300/J028v11n04_01). Access in: 7 dez. 2022.

CARNEIRO, C. J.; BRUM, A. L.; THESING, N. J.; PROCHNOW, D. A. Cadeia produtiva da piscicultura: um olhar para a evolução da tilapicultura no Brasil. **Revista Perspectiva**, vol. 46, n. 175, pp. 25-34, 2022.

CONTE, F. S. Stress and the welfare of cultured fish. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 86, n. 3-4, p. 205-223, 2004. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168159104000486>. Access in: 6 dez. 2022.

CNA. **Segurança sanitária na piscicultura brasileira**. Manual Técnico. Brasil: CNA, 2019.

DANTAS, T. “Condicionamento”; **Brasil Escola**, s.d. Available in: <https://brasilecola.uol.com.br/psicologia/condicionamento.htm>. Access in: 19 de janeiro de 2023.

DA SILVEIRA, U. S.; LOGATO, P. V. R.; PONTES, E. da C. Fatores estressantes de peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 6, n. 4, p. 1001-1017, 2009. Available in: <http://nutritime.com.br>. Access in: 20 jan. 2023.

DASKALOVA, A. Farmed fish welfare: stress, post-mortem muscle metabolism, and stress-related meat quality changes. **International aquatic research**, vol. 11, n. 2, pp. 113-124, 2019.

DELBON, M. C. **Ação da Benzocaína e do Óleo de Cravo sobre parâmetros fisiológicos de tilápia, *Oreochromis niloticus***. 2006. 91p. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Jaboticabal, São Paulo, 2006.

DE OLIVEIRA, M. A.; SILVA FILHO, A. S. S.; ANDRADE, S. P.; DE OLIVEIRA, W. C. M.; DE CASTRO, W. J. R.; FERRAZ, A. P. F.; SEMIM, C. S.; SERANTE, S. C.; FERREIRA, C. M.; DE ARAÚJO, F. E. Gestão do Agronegócio Pesqueiro: Importância do setor para o Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n.



7, p. e39511729974-e39511729974, 2022. Available in: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/29974>. Access in: 6 dez. 2022.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **The state of world fisheries and aquaculture.** Roma, 2022. Available in: <https://www.fao.org/3/cc0461en/online/sofia/2022/world-fisheries-aquaculture.html>. Access in: 6 dez. 2022.

FERREIRA, N. A.; DE ARAÚJO, R. V.; CAMPOS, E. C. Boas práticas no pré-abate e abate de pescado. **Pubvet**, v. 12, n. 7, p. 1-14, 2018. Available in: [https://www.pubvet.com.br/artigo/4902/boas-pra-acuteticas-no-preacute-abate-e-abate-de-pescado#:~:text=Dentre%20as%20pr%C3%A1ticas%20que%20s%C3%A3o,s%C3%A3o%20por%20asfixia%20\(em%20ar](https://www.pubvet.com.br/artigo/4902/boas-pra-acuteticas-no-preacute-abate-e-abate-de-pescado#:~:text=Dentre%20as%20pr%C3%A1ticas%20que%20s%C3%A3o,s%C3%A3o%20por%20asfixia%20(em%20ar). Access in: 6 dez. 2022.

FONSECA, M. G.; SILVA, R. J. Occurrence of Rondonia rondoni Travassos (Nematoda: Atractidae) in the pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holgerg (Osteichthyes: Characidae) celomatic cavity. **Reunião Anual do Instituto Biológico**, São Paulo, 2004.

GARLOCK, T.; ASCHE, F.; ANDERSON, J.; BJØRNDAL, T.; KUMAR, G.; LORENZEN, K.; TVETERÅS, R. A global blue revolution: aquaculture growth across regions, species, and countries. **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**, vol. 28, n. 1, pp. 107-116, 2020.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos.** 3ª ed. São Paulo: Manole, 2008.

GOMES, L. C.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; ROUBACH, R.; URBINATI, E. C. Avaliação dos efeitos da adição de sal e da densidade no transporte de tambaqui. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 283-290, 2003. Available in: <https://www.scielo.br/j/pab/a/WdCWDv8qJG8kjG4s8xW7jQM/?lang=pt#:~:text=cortisol%3B%20fish%20culture-,Avalia%C3%A7%C3%A3o%20dos%20efeitos%20da%20adi%C3%A7%C3%A3o%20de%20sal%20e,no%20transporte%20de%20tambaqui%201&text=RESUMO-Os%20objetivos%20deste%20trabalho%20foram%20testar%20a%20efici%C3%Ancia%20do%20sal,em%20caixas%20de%20pl%C3%A1stico%20adaptadas>. Access in: 7 dez. 2022.

GOMES, I. D. O. G.; SILVA, Á. P. C.; GOMES, J. B.; SILVA, M. C. S.; DE SOUZA SERRA, I. M. R. Percepção da sanidade em pisciculturas da baixada Ocidental Maranhense, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, vol. 6, n. 5, pp. 23029-23043, 2020.



GRØTTUM, J. A.; STAURNES, M.; SIGHOLT, T. Effect of oxygenation, aeration and pH control on water quality and survival of turbot, *Scophthalmus maximus* (L.), kept at high densities during transport. **Aquaculture Research**, v. 28, n. 2, p. 159-164, 1997. Available in: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-2109.1997.00842.x>. Access in: 6 dez. 2022.

HASTEIN, T.; SCARFE, A. D.; LUND, V. L. Science-based assessment of welfare: aquatic animals. **Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties**, vol. 24, n. 2, pp. 529, 2005.

IGARASHI, M. A. Aspectos do potencial econômico da piscicultura, contribuição e perspectivas da atividade para o desenvolvimento sustentável no Brasil. **Revista Unimar Ciências**, v. 28, n. 1-2, 2021.

INOUE, L. A. K. A.; HACKBARTH, A.; MORAES, G. Benzocaína sobre respostas ao estresse do matrinxã submetido ao transporte em sacos plásticos. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 3, p. 909-918, 2010. Available in: [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/revista-brasileira-de-saude-e-producao-animal/11-\(2010\)-3/benzocaina-sobre-respostas-ao-estresse-do-matrinxã-submetido-ao-transp/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/revista-brasileira-de-saude-e-producao-animal/11-(2010)-3/benzocaina-sobre-respostas-ao-estresse-do-matrinxã-submetido-ao-transp/). Access in: 6 dez. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF 2017-2018**. Rio de Janeiro, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. vol. 47.

ISHIKAWA, M. M.; QUEIROZ, J. F. de; NASCIMENTO, J. L. do; PÁDUA, S. B.; MARTINS, M. L. **Uso de biomarcadores em peixe e boas práticas de manejo sanitário para a piscicultura**, 1ª edição. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente – Documentos (INFOTECA-E), 2020, 28 p. Available in: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1127526/uso-de-biomarcadores-em-peixe-e-boas-praticas-de-manejo-sanitario-para-a-piscicultura#:~:text=Os%20biomarcadores%20em%20peixe%20para,para%20a%20qualidade%20do%20pescado>. Access in: 6 dez. 2022.

LEIRA, M. H.; CUNHA, L. T. da; BRAZ, M. S.; MELO, C. M. V.; BOTELHO, H. A.; REGHIM, L. S. Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. **Pubvet**, v. 11, n. 1, p. 11-17, 2017. Available in: <https://www.pubvet.com.br/artigo/3588/qualidade-da-aacutegua-e-seu-uso-em-pisciculturas>. Access in: 6 dez. 2022.

LIMA, C. A. S.; BUSSONS, M. R. F. M.; ARIDE, P. H. R.; OLIVEIRA, A. T.; O'SULLIVAN, F. L. A.; PANTOJA-LIMA, J. Análise socioeconômica e lucratividade da piscicultura do tambaqui (*Colossoma macropomum*) no estado do Amazonas,



Brasil. **Aquicultura na Amazônia: estudos técnicocientíficos e difusão de tecnologias**. Atena, Ponta Grossa, pp. 86-102, 2021.

LOPES, I. G.; DE OLIVEIRA, R. G.; RAMOS, F. M. Perfil do consumo de peixes pela população brasileira. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 6, n. 2, p. 62-65, 2016. Available in: [https://www.researchgate.net/publication/304659808\\_Perfil\\_do\\_Consumo\\_de\\_Peixes\\_pela\\_Populacao\\_Brasileira](https://www.researchgate.net/publication/304659808_Perfil_do_Consumo_de_Peixes_pela_Populacao_Brasileira). Access in: 12 jan. 2023.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Manual de abate humanitário de peixes**, 1ª edição. Brasília: Biblioteca Nacional de Agricultura – BINAGRI, 2022, 55p. Available in: <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/>. Access in: 12 jan. 2023.

MARTOS-SITCHA, J. A.; MANCERA, J. M.; PRUNET, P.; MAGNONI, L. J. Welfare and stressors in fish: Challenges facing aquaculture. **Frontiers in Physiology**, vol. 11, pp. 162, 2020.

MIDWOOD, J. D.; LARSEN, M. H.; AARESTRUP, K.; COOKE, S. J. Stress and food deprivation: linking physiological state to migration success in a teleost fish. **Journal of Experimental Biology**, v. 219, n. 23, p. 3712-3718, 2016. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27618858/>. Access in: 7 dez. 2022.

NAMRATA, S.; SANJAY, N.; PALLAVI, C. Effect of starvation on the biochemical composition of freshwater fish *Channa punctatus*. **Recent Research in Science and Technology**, v. 3, n. 9, p. 17-19, 2011. Available in: <https://updatepublishing.com/journal/index.php/rrst/article/view/775>. Access in: 6 dez. 2022.

NÄSLUND, J.; JOHNSON, J. I. Environmental enrichment for fish in captive environments: effects of physical structures and substrates. **Fish and Fisheries**, v. 17, n. 1, p. 1-30, 2016. Available in: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/faf.12088>. Access in: 6 dez. 2022.

OLIVEIRA, L. C. C.; DA SILVA, A. D. C.; JUNIOR, A. D. S. P.; DA SILVEIRA, B. G.; SILVA, C. H.; BRABO, M. F. Aspectos produtivos e econômicos da piscicultura no Arquipélago do Marajó, Pará, Brasil. **Research, Society and Development**, vol. 11, n. 8, pp. e45411830866-e45411830866, 2022.

OLIVEIRA, R. F.; GALHARDO, L. Sobre a aplicação do conceito de bem-estar a peixes teleósteos e implicações para a piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, pp. 77-86, 2007. Available in: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/fRwxqz4XPg8sryvZV66JRBS/?lang=pt>. Access in: 7 dez. 2022.



ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnología de alimentos de origen animal**. v. 2. São Paulo: Artmed, 2005.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA – FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action**. Rome, 2020.

PEDRAZZANI, A. S.; NETO, A. O.; CARNEIRO, P. C. F.; GAYER, M. V.; MOLENTO, C. F. M. Opinião pública e educação sobre abate humanitário de peixes no município de Araucária, Paraná. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 4, p. 976-996, 2008. Available in: <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/1361>. Access in: 7 dez. 2022.

PEDROZA FILHO, M. X.; FLORES, R. M. V.; ROCHA, H. S.; DA SILVA, H. J. T.; SONODA, D. Y.; DE CARVALHO, V. B.; RODRIGUES, F. L. M. **O mercado de peixes da piscicultura no Brasil: estudo do segmento de supermercados**. Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa), 2020.

RAPOSO DE MAGALHÃES, C. S. F.; CERQUEIRA, M. A. C.; SCHRAMA, D.; MOREIRA, M. J. V.; BOONANUNTANASARN, S.; RODRIGUES, P. M. L. A Proteomics and other Omics approach in the context of farmed fish welfare and biomarker discovery. **Reviews in Aquaculture**, vol. 12, n. 1, pp. 122-144, 2020.

REY, S.; LITTLE, D.; ELLIS, M. **Farmed fish welfare practices: salmon farming as a case study**, 1998.

ROBERTSON, L.; THOMAS, P.; ARNOLD, C. R. Plasma cortisol and secondary stress responses of cultured red drum (*Sciaenops ocellatus*) to several transportation procedures. **Aquaculture**, v. 68, n. 2, p. 115-130, 1988. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0044848688902359>. Access in: 6 dez. 2022.

ROCHA, C. M. C. D.; RESENDE, E. K. D.; ROUTLEDGE, E. A. B.; LUNDSTEDT, L. M. Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira. **Pesquisa agropecuária brasileira**, n. 48, pp. iv-vi, 2013.

RODRIGUES, L. S.; CAVALCANTI, I. M.; CAPANEMA, L. X. D. L.; MORCH, R. B.; MAGALHÃES, G.; LIMA, J. F.; MUNGIOLI, R. P. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, n. 35, p. 421-463, 2012.

RODRIGUES, A. P. O.; FREITAS, L. E. L.; SANTOS, V. R. V.; MORO, G. V.; HONDA, R. T.; ARAUJO, P. L. D.; BICUDO, A. J. A. **Qualidade de rações comerciais utilizadas na alimentação do pirarucu *Arapaimas gigas* em cativeiro**, 1ª edição. Palmas, TO: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2017, 28p. Available in: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/->





/publicacao/1081636/qualidade-de-racoes-comerciais-utilizadas-na-alimentacao-do-pirarucu-arapaima-gigas-em-cativeiro. Access in: 6 dez. 2022.

ROSS, L. G.; ROSS, B. **Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals**, 5ª edição. Oxford: Blackwell Science, 1999, 222p. Available in: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781444302264>. Access in: 11 dez. 2022.

ROTTA, M. A.; DE QUEIROZ, J. F. **Boas práticas de manejo (BPMs) para a produção de peixes em tanques-redes**, 1ª edição. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2003, 27p. Available in: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/798993/boas-praticas-de-manejo-bpms-para-a-producao-de-peixes-em-tanques-redes>. Access in: 30 nov. 2022.

SARTORI, A. G. O.; AMANCIO, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança alimentar e nutricional**, v. 19, n. 2, p. 83-93, 2012. Available in: [https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8634613#:~:text=O%20pescado%20%C3%A9%20um%20alimento,%20e%20docosaenoico%20\(DHA\)](https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8634613#:~:text=O%20pescado%20%C3%A9%20um%20alimento,%20e%20docosaenoico%20(DHA)). Access in: 12 jan. 2023.

SCHRECK, C. B.; JONSSON, L.; FEIST, G.; RENO, P. Conditioning improves performance of juvenile Chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*, to transportation stress. **Aquaculture**, v.135, p.99-110, 1995. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0044848695010181>. Access in: 7 dez. 2022.

SIMON, K. F.; FERREIRA, A. M.; NISHIYAMA, M. F.; ARTUSO, E. Será que a população consome a quantidade de peixe recomendada pela FAO. **Rev. Simbiologia**, v. 11, n. 15, p. 51-61, 2019. Available in: <https://www.ibb.unesp.br>. Access in: 7 dez. 2022.

SIQUEIRA, T. V. Aquicultura: a nova fronteira para produção de alimentos de forma sustentável. **Revista BNDES**, vol. 25, n. 49, pp. 119-170, 2018.

SOARES, K. M. P.; GONÇALVES, A. A. Qualidade e segurança do pescado. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, vol. 71, n. 1, pp. 1-10, 2012.

TAVARES-DIAS, M.; MARIANO, W. S. **Aquicultura no Brasil: novas perspectivas**. Vol. 2. São Carlos: Pedro & João. Editores, São Carlos, Brasil, 2015.

TORRES, S.; PEREIRA, F. D. A. R.; SOUZA, C. C.; FERREIRA, M. B. Análise da eficiência da produção da piscicultura na região de Dourados-MS. **Revista Espacios**, vol. 38, n. 52, pp. 26, 2017.



VIDAL, L. V. O.; ALBINATI, R. C. B.; ALBINATI, A. C. L.; LIRA, A. D.; ALMEIDA, T. R.; SANTOS, G. B. Eugenol como anestésico para a tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 8, p.1069-1074, 2008. Available in: <https://www.scielo.br/j/pab/a/76vZrVSMGX47BzphN7zfnLj/?lang=pt>. Access in: 7 dez. 2022.

VIDAL, M. D. F.; XIMENES, L. F. Produção de pescados na área de atuação do BNB. **Caderno Setorial ETENE**, vol. 4, n. 91, 2019.

WANG, T.; HUNG, C. Y.; RANDALL, D. J. The comparative physiology of food deprivation: from feast to famine. **Annu. Rev. Physiol.**, vol. 68, pp 223-251, 2006. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16460272/>. Access in: 6 dez. 2022.

WAGNER, Y. G.; COELHO, A. B.; TRAVASSOS, G. F. Análise do consumo domiciliar de pescados no Brasil utilizando dados da POF 2017-2018. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, vol. 61, n. 3, p. e250494, 2023.

WURTS, W. A. Using salt to reduce handling stress in channel catfish. **World Aquaculture**, v. 26, n. 3, p 80-81, 1995. Available in: [https://www.researchgate.net/publication/283360302\\_Using\\_salt\\_to\\_reduce\\_handling\\_stress\\_in\\_channel\\_catfish](https://www.researchgate.net/publication/283360302_Using_salt_to_reduce_handling_stress_in_channel_catfish). Access in: 6 dez. 2022.

## APÉNDICE - NOTA AL PIE

8. Pesquisa Pecuária Municipal (PPM).

Enviado: 16 de Febrero, 2023.

Aprobado: 07 de Marzo, 2023.

---

<sup>1</sup> Estudiante de maestría en el Programa de Posgrado en Biociencia Animal. ORCID: 0000-0003-4115-7832. CURRÍCULUM LATTES: <http://lattes.cnpq.br/9042705277810015>.

<sup>2</sup> Estudiante de maestría en el Programa de Posgrado en Biociencia Animal. ORCID: 0000-0001-5227-9363. CURRÍCULUM LATTES: <http://lattes.cnpq.br/1713734083159044>.

<sup>3</sup> Licenciado en Medicina Veterinaria. ORCID: 0000-0001-9273-5204. CURRÍCULUM LATTES: <http://lattes.cnpq.br/8329028352662293>.

<sup>4</sup> Licenciado en Medicina Veterinaria. ORCID: 0000-0001-5584-9464. CURRÍCULUM LATTES: <http://lattes.cnpq.br/1495170820726310>.



---

<sup>5</sup> Doctor del Programa de Posgrado en Biociencia Animal. ORCID: 0000-0002-1289-2902. CURRÍCULUM LATTES: <http://lattes.cnpq.br/5998863169551704>.

<sup>6</sup> Doctor en Ciencias Veterinarias. ORCID: 0000-0002-1993-0350. CURRÍCULUM LATTES: <http://lattes.cnpq.br/2178390141933805>.

<sup>7</sup> Doctor en Bioquímica y Fisiología, Máster en Fisiología, Biólogo. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1493-7964>. CURRÍCULUM LATTES: <http://lattes.cnpq.br/9044747136928972>.