

ECONOMIA AZUL E GESTÃO DA QUALIDADE EM PRODUTOS DO MAR: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE EFICIÊNCIA HÍDRICA, PEGADA HÍDRICA E RASTREABILIDADE

Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis: ODS 12 – Consumo e produção responsáveis, ODS 14 – Vida na água.

Nome do(s) autores:

Robson Jeremias (UNIP)

Joel Porto Alves (UNIP)

Dircelene Teixeira do Nascimento (UNITAU)

Resumo

A Economia Azul vem ganhando centralidade em agendas de desenvolvimento, mas sua efetividade depende da integração entre gestão da qualidade, eficiência/pegada hídrica e rastreabilidade ao longo das cadeias de pescados e algas. Esta revisão bibliográfica mapeia evidências em normas, relatórios setoriais e literatura científica, com foco em ISO 9001/22000/14001, ISO 14046, ISO 46001 e GDST. Os achados indicam que a combinação de indicadores operacionais (m^3/t , reuso, perdas por purga, DQO/DBO5) com indicadores de impacto (WSF/AWARE) e evidências de rastreabilidade reforça conformidade, competitividade e transparência. Persistem lacunas em padronização de dados, custos de instrumentação e integração digital. Conclui-se que a Economia Azul só se sustenta com sistemas de gestão auditáveis, métricas comparáveis e governança de dados robusta (FAO, 2024; COMISSÃO EUROPEIA, 2024; ISO, 2014; ISO, 2015a; ISO, 2015b; ISO, 2018; ISO, 2019; BOULAY et al., 2018; MURALI et al., 2021; GDST, 2023).

Palavras-chave: Economia Azul; Gestão da Qualidade; ISO 14046; ISO 46001;

Rastreabilidade; Pescados; Algas.

Introdução

A Economia Azul tem se consolidado como uma estratégia fundamental para o desenvolvimento sustentável, abrangendo setores como pesca, aquicultura, biotecnologia marinha, transporte e energias oceânicas. Essas atividades contribuem

para a geração de empregos, inovação e segurança alimentar, mas ao mesmo tempo ampliam pressões sobre os recursos hídricos e demandam padrões mais elevados de qualidade, inocuidade e transparência (FAO, 2024; COMISSÃO EUROPEIA, 2024).

A rápida expansão da aquicultura, que já ultrapassa a pesca extrativa em volume de produção, acentua a problemática da governança hídrica e sanitária, tornando urgente a adoção de métricas confiáveis e auditáveis. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo revisar e integrar evidências normativas, setoriais e científicas sobre qualidade, eficiência e pegada hídrica, bem como rastreabilidade em cadeias produtivas da Economia Azul, com vistas a propor caminhos que unam competitividade, conformidade e conservação ambiental.

Revisão da literatura

Os estudos mais recentes indicam que a integração entre sistemas de gestão (ISO 9001, ISO 22000, ISO 14001), métricas de eficiência e impacto hídrico (ISO 14046; ISO 46001) e padrões de rastreabilidade digital (GDST) representa um eixo estruturante para cadeias de valor sustentáveis (ISO, 2014; ISO, 2015a; ISO, 2015b; ISO, 2018; ISO, 2019; GDST, 2023).

A ISO 14046 introduz a avaliação da pegada hídrica por meio do *waterscarcityfootprint* (WSF), enquanto a ISO 46001 fornece diretrizes para inventários, metas e planos de eficiência. Já o GDST assegura interoperabilidade digital e transparência *do mar ao prato*. Em paralelo, pesquisas alertam para riscos emergentes como microplásticos, metais e antimicrobianos em pescados, que exigem monitoramento constante (ALBERGHINI et al., 2022; CABELLO et al., 2023).

Método

O estudo adotou como abordagem uma revisão narrativa com elementos sistemáticos, baseada na análise de normas ISO, relatórios de organismos internacionais como FAO e Comissão Europeia e artigos científicos indexados em Scopus e Web of Science. Foram utilizados descritores como *blue economy*, *seafoodprocessing*, *aquaculture RAS*, *waterfootprint ISO 14046*, *AWARE*, *ISO 46001* e *traceability GDST*.

Incluíram-se estudos que tratassem de produtos do mar, gestão ou uso da água e normas reconhecidas internacionalmente, sendo excluídos textos opinativos e duplicados. O processo contou com o apoio da ferramenta ChatGPT (OpenAI, GPT-5) para organização textual e ajustes de estilo, com todos os conteúdos validados frente à bibliografia selecionada, assegurando a integridade científica do trabalho.

Resultados

A revisão mostra que as normas ISO 9001, 22000 e 14001 dão suporte à organização dos processos, garantindo a inocuidade e orientando o desempenho ambiental. No campo hídrico, a ISO 14046 permite medir a pegada de escassez de água, o WSF/AWARE, enquanto a ISO 46001 orienta inventários e planos de eficiência e reuso. A rastreabilidade é fortalecida pelo GDST, que amplia a transparência e a confiança nos mercados. No processamento de pescados, observou-se que as etapas úmidas concentram o maior consumo hídrico, geralmente entre 5 e 15 m³ por tonelada, embora casos otimizados consigam reduzir esse valor para 4 a 6 m³. Tecnologias como CIP inteligente, membranas, processos oxidativos avançados e sensores IoT aumentam a eficiência, mas ainda enfrentam barreiras relacionadas a custos, padronização e capacitação técnica. Diante desse cenário, a proposta é integrar indicadores operacionais e de impacto, ancorados no ciclo PDCA, de forma a tornar as metas ambientais auditáveis, comparáveis e transparentes.

Considerações finais

O estudo indica que a Economia Azul só alcança efetividade quando apoiada em sistemas de gestão auditáveis, métricas consistentes de eficiência e impacto hídrico e rastreabilidade digital interoperável. O alinhamento entre ISO 14046, ISO 46001, ISO 9001, ISO 22000, ISO 14001 e GDST se apresenta como um caminho prático para unir competitividade e sustentabilidade. Para além do discurso, a implementação requer investimentos em monitoramento setorial, tecnologias de processo e interoperabilidade de dados. Como agenda de pesquisa, destacam-se a construção de benchmarks regionais de consumo e WSF, a análise de *trade-offs* água-energia, o avanço em rastreabilidade digital e a avaliação de riscos emergentes. Dessa forma, o trabalho contribui para o fortalecimento do debate acadêmico e oferece subsídios concretos para

gestores, pesquisadores e formuladores de políticas que buscam consolidar a Economia Azul como modelo de desenvolvimento sustentável, transparente e competitivo.

Referências

ALBERGHINI, L. et al. Microplastics in fish and fishery products and risks for human health: A review. *Foods*, v. 11, n. 1, p. 1–23, 2022.

BADIOLA, M.; MENDIOLA, D.; BOSTOCK, J. Recirculating Aquaculture Systems (RAS): Main issues and future challenges. *Aquacultural Engineering*, v. 51, p. 26–35, 2012.

BOULAY, Anne-Marie et al. The WULCA consensus characterization model for water scarcity footprints: assessing impacts of water consumption based on available water remaining (AWARE). *The International Journal of Life Cycle Assessment*, v. 23, n. 2, p. 368-378, 2018.

CABELLO, F. C. et al. Antimicrobial use and resistance in salmon aquaculture: Current status and future perspectives. *Frontiers in Microbiology*, v. 14, p. 1–16, 2023.

COMISSÃO EUROPEIA. *EU Blue Economy Report 2024*. Bruxelas: European Commission, 2024.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024: Blue Transformation in Action*. Roma: FAO, 2024.

GDST – GLOBAL DIALOGUE ON SEAFOOD TRACEABILITY. *Core Normative Standard v1.2*. Seattle: GDST, 2023.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 9001:2015 – Quality management systems — Requirements*. Genebra: ISO, 2015a.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 14001:2015 – Environmental management systems — Requirements with guidance for use*. Genebra: ISO, 2015b.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 22000:2018 – Food safety management systems — Requirements for any organization in the food chain.* Genebra: ISO, 2018.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 14046:2014 – Environmental management — Water footprint — Principles, requirements and guidelines.* Genebra: ISO, 2014.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 46001:2019 – Water efficiency management systems — Requirements with guidance for use.* Genebra: ISO, 2019.

MURALI, S. et al. Energy and water consumption pattern in seafood processing industry: A cleaner production perspective. *Cleaner Engineering and Technology*, v. 4, 100260, 2021.