

Artigo Teórico-empírico

Bioeconomia na Amazônia Central: Manejo Participativo de Pirarucu (*Arapaima Gigas*)

Bioeconomy in Central Amazon: Participatory Management of Pirarucu (*Arapaima gigas*)



Ana Cláudia Torres Gonçalves*¹
Luciane Cristina Ribeiro dos Santos²

RESUMO

Objetivo: descrever e analisar criticamente o processo de manejo participativo do pirarucu, prática desenvolvida e monitorada pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSMD) na região da Amazônia, destacando seu impacto nas comunidades locais, sua contribuição para a bioeconomia, e seu alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs). **Marco teórico:** fundamentado na premissa da bioeconomia o artigo também considera teorias relacionadas à gestão participativa de recursos naturais e conservação da biodiversidade. **Método:** adota-se abordagem qualitativa alinhada a resultados quantitativos oriundos de análise de dados provenientes de pesquisa-ação junto aos especialistas do Instituto Mamirauá sobre o manejo participativo do pirarucu na Amazônia Central. Resultados: os resultados mostram que a abordagem contribui para a conservação da espécie e seu habitat, promove o desenvolvimento ecossocioeconômico local, fortalece comunidades com equidade e alinha-se à bioeconomia, além de oferecer lições para os ODSs. **Conclusões:** conclui-se que o manejo do pirarucu realizado pelo Instituto Mamirauá integra comunidades ribeirinhas, incorporando conhecimentos tradicionais às práticas de gestão e conservação. Essa iniciativa conserva a espécie e fortalece a economia local, assegurando renda estável.

Palavras-chave: cadeia produtiva do pirarucu; desenvolvimento sustentável; Amazônia Central; bioeconomia; Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

* Autora Correspondente.

- Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Tefé, AM, Brasil.
- Universidade Evangélica de Goiás, Anápolis, GO, Brasil.

Como citar: Gonçalves, A. C. T., & Santos, L. C. R. (2024). Bioeconomia na Amazônia Central: Manejo participativo de pirarucu (*Arapaima gigas*). *Revista de Administração Contemporânea*, 28(6), e240195. <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2024240195.por>

ABSTRACT

Objective: to describe and critically analyze the participatory management process of pirarucu, a practice developed and monitored by the Mamirauá Institute for Sustainable Development (IDSMD) in the Amazon region, highlighting its impact on local communities, its contribution to the bioeconomy and its alignment with the Sustainable Development Goals (SDGs). **Theoretical approach:** based on the premise of bioeconomy, the article also considers theories related to participatory management of natural resources and biodiversity conservation. **Method:** a qualitative approach was adopted aligned with quantitative results from data analysis of action research with experts from the Mamirauá Institute on participatory management of pirarucu in the Central Amazon. Results: The results show that the approach contributes to the conservation of the species and its habitat, promotes local eco-socioeconomic development, strengthens communities with equity, and is aligned with the bioeconomy, in addition to offering lessons for the SDGs. **Conclusions:** it is concluded that the management of pirarucu carried out by the Mamirauá Institute integrates riverside communities, incorporating traditional knowledge into management and conservation practices. This initiative conserves the species and strengthens the local economy, ensuring stable income.

Keywords: pirarucu supply chain; sustainable development; Central Amazon; bioeconomy; Sustainable Development Goals (SDG).

Classificação JEL: O13, Q57

Editora-chefe: Paula Chimentil (Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPEAD, Brasil)

Editores convidados: Mário Vasconcelos Sobrinho (Universidade Federal do Pará, Brasil)

MariLuze Paes-de-Souza (Universidade Federal de Rondônia, Brasil)

Ana Maria de Albuquerque Vasconcelos (Universidade da Amazônia, Brasil)

Irma Garcia-Serrano (Universidad Central Del Ecuador, Ecuador)

Emilio F. Moran (Michigan State University, Estados Unidos; Universidade de Campinas, Brasil)

Parceiristas: André Luis Farias (Universidade Federal do Pará, Brasil)

Henrique Muzzio (Universidade Federal de Pernambuco, Brasil)

Relatório de Revisão por Pares: O Relatório de Revisão por Pares está disponível neste [link externo](#).

Recebido: 16/07/2024

Última versão recebida em: 02/11/2024

Aceite em: 19/11/2024

Publicado em: 08/01/2025

de revisores convidados até a decisão:



INTRODUÇÃO

A região da Amazônia Central enfrenta desafios complexos, como a exploração não sustentável dos recursos naturais, o desmatamento e as pressões socioeconômicas sobre as comunidades locais. Encontrar soluções que equilibrem a conservação ambiental, o desenvolvimento econômico e o bem-estar das comunidades é de importância significativa para mitigar esses problemas. Neste cenário, os diálogos sobre a bioeconomia surgem como abordagem promissora, visando utilizar a diversidade sociobiológica e cultural da Amazônia para criar arranjos de negócios inovadores que conciliem a conservação ambiental e o desenvolvimento tecnológico (Costa et al., 2021; Nobre & Nobre, 2019).

A bioeconomia, inicialmente introduzida no debate científico pelo matemático e economista Nicholas Georgescu-Roegen (1906-1994) (Georgescu-Roegen, 1975), é agora apoiada por avanços em ciência, tecnologia e inovação (Bioökonomierat, 2018; Lopes & Chiavari, 2022). Esta envolve a produção, utilização e conservação de recursos biológicos e naturais, incorporando novas tecnologias, como enzimas industriais, novas variedades vegetais, biocombustíveis, cosméticos, para promover a economia sustentável, conforme relato do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2020). A premissa central da bioeconomia é o uso sustentável dos recursos, valorizando a biodiversidade e desenvolvendo cadeias produtivas ambientalmente sustentáveis (CGEE, 2020; Global Bioeconomy Summit [GBS], 2015; Santos et al., 2023). Este estudo busca preencher a lacuna na literatura, ao integrar o manejo participativo do pirarucu com os princípios da bioeconomia e da governança adaptativa. O problema de pesquisa que este artigo se propõe a responder é: Como o manejo participativo do pirarucu, desenvolvido pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM), pode contribuir para a conservação da espécie, o desenvolvimento sustentável das comunidades locais e o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs) na Amazônia?

O objetivo do estudo é descrever e analisar criticamente o processo de manejo participativo do pirarucu, prática desenvolvida e monitorada pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM) na região da Amazônia, destacando seu impacto nas comunidades locais, sua contribuição para a bioeconomia, e seu alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs). Este trabalho busca, além de documentar a experiência de manejo, avançar o conhecimento ao explorar como práticas de manejo adaptativo podem gerar resultados econômicos, sociais e ambientais simultaneamente.

Criado em 1999, o Instituto Mamirauá é uma unidade de pesquisa do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações. Seu objetivo central é desenvolver e consolidar modelos para o desenvolvimento econômico e social de

pequenas comunidades ribeirinhas, por meio de tecnologias socialmente e ambientalmente adequadas (Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, 2021). A atuação do Instituto Mamirauá está alinhada com a premissa da bioeconomia (Costa et al., 2021; Nobre & Nobre, 2019), incorporando elementos socioambientais que atendem à Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas, visando alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs).

Dessa forma, o Instituto Mamirauá se configura como uma experiência de ecossocioeconomia. Essa abordagem ecossocioeconômica busca impactar positivamente o território como um todo, não apenas beneficiando os envolvidos diretamente no manejo, mas também promovendo a conservação ambiental e a justiça social (Sampaio & Alves, 2019; Santos et al., 2020). Além disso, a dinâmica que desencadeia as ações e seus impactos nos territórios é tão importante quanto os próprios resultados (Sampaio & Alves, 2019; Sampaio & Santos, 2021; Santos, 2020; Santos et al., 2020; Vieira & Sampaio, 2022).

O manejo participativo do pirarucu exemplifica a bioeconomia na prática, ao incluir comunidades tradicionais e pescadores urbanos na gestão sustentável dessa espécie, contribuindo para a recuperação dos estoques, geração de trabalho e renda, e promoção da equidade social e de gênero.

O principal avanço deste estudo está na introdução do manejo participativo do pirarucu como um modelo replicável de bioeconomia, que integra conservação ambiental, geração de renda e participação comunitária dentro de um sistema de governança adaptativa. Diferentemente de abordagens convencionais de conservação, que focam exclusivamente a preservação de espécies, o manejo do pirarucu incorpora conceitos de governança adaptativa e economia regenerativa, demonstrando como práticas de conservação podem simultaneamente garantir a segurança alimentar e promover o desenvolvimento econômico sustentável.

Ao compararmos à literatura existente sobre manejo participativo de recursos naturais (Folke et al., 2005; Ostrom, 1990), este estudo avança ao demonstrar como o manejo comunitário pode ser um meio eficaz não só para a sustentabilidade ecológica, mas também para a mitigação das mudanças climáticas e a promoção da equidade social. O diferencial deste artigo é a integração entre os princípios da bioeconomia e a prática de manejo adaptativo, indo além da simples preservação de espécies para promover o uso sustentável dos recursos naturais, gerando inclusão social e renda para as comunidades ribeirinhas.

Os estudos anteriores sobre o pirarucu focam principalmente a recuperação populacional da espécie (Castello, Stewart et al., 2011; Viana et al., 2007). Este artigo, no entanto, amplia o debate ao incluir uma análise socioeconômica e ecológica mais completa, que examina

como o manejo participativo afeta positivamente a equidade de gênero, a governança local e os ODSs. Esse enfoque multidimensional, que conecta o manejo de recursos naturais à bioeconomia e à justiça social, ainda é pouco explorado na literatura e constitui a principal inovação deste estudo.

METODOLOGIA

A abordagem metodológica de pesquisa envolve uma combinação de pesquisa-ação e estudo de caso. Esta

abordagem metodológica é particularmente adequada para entender as dinâmicas complexas e multifacetadas de sistemas socioecológicos, como os encontrados na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, monitorada pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSMA).

A tabela a seguir sistematiza as principais categorias de destaque neste artigo, divididas em analíticas e operativas, fundamentadas nas principais obras e autores relevantes para cada tema.

Tabela 1. Principais categorias de destaque no artigo.

Categorias analíticas	Categorias operativas	Autores e obras
Bioeconomia	Conceitos, princípios, definições	Birch et al. (2010), Georgescu-Roegen (1971), Stahel (2016)
Economia regenerativa	Conceitos, princípios, definições	Fullerton (2015), Raworth (2017), Webster (2017)
Sustentabilidade	Conceitos, princípios, definições	Brundtland (1987), Elkington (1997), Sachs (2015)
Sustentabilidade ecológica	Princípios	Amaral (2009), Viana et al. (2007)
Governança	Conceitos, princípios, definições	Kooiman (2003), Rhodes (1996), Stoker (1998)
Governança participativa	Conceitos, princípios, definições	Arnstein (1969), Cornwall (2008), Fung (2006)
Gestão Participativa (recursos naturais e biodiversidade)	Conceitos, princípios, definições	Berkes et al. (2000), Folke et al. (2005), Ostrom (1990)
Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs)	Conceitos, princípios, definições	Le Blanc (2015), Sachs (2012), United Nations (2015)

Nota. A Tabela 1 destaca as principais categorias analíticas e operativas ressaltadas neste artigo.

Cada uma das categorias analíticas e operativas foram selecionadas com base em sua relevância para o manejo participativo do pirarucu e sua relação com a bioeconomia. As categorias bioeconomia, economia regenerativa e sustentabilidade, por exemplo, foram escolhidas para fundamentar a análise teórica, dado que elas fornecem uma estrutura para entender como os recursos naturais podem ser utilizados de maneira sustentável para promover desenvolvimento econômico e social. A categoria governança participativa foi incluída para destacar o papel das comunidades ribeirinhas na gestão dos recursos, conectando a teoria da governança adaptativa com a prática do manejo participativo de recursos naturais.

Além disso, a justificativa para a escolha das categorias analíticas está relacionada à necessidade de compreender o manejo do pirarucu sob diferentes perspectivas — ecológica, social e econômica. Por exemplo, a categoria de sustentabilidade ecológica ajuda a avaliar como as práticas de manejo afetam os ecossistemas, enquanto gestão participativa se refere ao envolvimento direto das comunidades locais no processo decisório, garantindo a conservação e o uso responsável dos recursos. Todas as categorias operativas foram selecionadas com base em sua aplicabilidade prática, fornecendo um guia para a implementação do manejo participativo de forma eficiente.

Esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa, baseada em pesquisa-ação e estudo de caso, combinada com técnicas quantitativas para monitoramento de indicadores ecológicos e socioeconômicos. O processo foi desenhado para captar as percepções das comunidades locais envolvidas no manejo do pirarucu, bem como as implicações ecológicas e econômicas dessa prática. A pesquisa-ação é uma metodologia participativa que envolve pesquisadores e participantes do estudo trabalhando juntos para entender um problema e desenvolver soluções práticas. No contexto deste estudo, a pesquisa-ação foi implementada por meio da colaboração contínua entre os pesquisadores do Instituto Mamirauá e as comunidades locais envolvidas no manejo do pirarucu. Essa abordagem permite a incorporação de conhecimentos tradicionais e científicos, promovendo uma gestão mais eficaz e sustentável dos recursos naturais.

O caso do pirarucu foi selecionado devido à sua relevância ecológica, econômica e cultural na Amazônia. O manejo do pirarucu na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá serve como um exemplo prático de bioeconomia e governança participativa. O Instituto Mamirauá tem desempenhado um papel importante e desafiador na implementação e monitoramento das práticas de manejo desde 1999. Assim, este estudo abrange um período de análise de 24 anos, de 1999 a 2023, permitindo uma compreensão abrangente das mudanças e impactos ao longo do tempo. As entrevistas semiestruturadas e os grupos

focais foram escolhidos como métodos qualitativos centrais devido à sua capacidade de explorar de maneira aprofundada as experiências e percepções dos atores envolvidos.

As entrevistas foram realizadas com 15 especialistas do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e pescadores locais, entre março e junho de 2022. Os entrevistados foram selecionados por sua participação ativa no manejo do pirarucu. Os aspectos éticos foram cuidadosamente observados, seguindo as diretrizes de ética em pesquisa, incluindo o consentimento informado dos participantes.

As escolhas metodológicas foram fundamentadas na teoria da governança participativa (Arnstein, 1969; Fung, 2006), que enfatiza a importância da participação direta dos cidadãos na gestão de recursos comuns. Além disso, a teoria da resiliência socioecológica (Folke et al., 2005) também embasou a escolha dos métodos, uma vez que o manejo do pirarucu envolve a interação contínua entre as comunidades e o ecossistema local.

O uso de técnicas de monitoramento quantitativo, como a contagem dos estoques de pirarucu e o registro de indicadores de sustentabilidade, justifica-se pela necessidade de fornecer dados concretos sobre a eficácia do manejo participativo. A base teórica que sustenta essa escolha está ancorada na premissa da bioeconomia (Birch et al., 2010; Georgescu-Roegen, 1971), que requer uma integração de práticas sustentáveis com a mensuração de impactos ecológicos e socioeconômicos. Na sequência, será apresentada a abordagem teórica com foco nas categorias analíticas e operativas destacadas nesta seção. Em seguida, serão discutidas as implicações práticas, a partir da descrição do processo de manejo participativo do pirarucu, uma prática desenvolvida e monitorada pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSMA) na região da Amazônia.

BIOECONOMIA E GOVERNANÇA PARTICIPATIVA: UMA ABORDAGEM TEÓRICA

A abordagem teórica deste estudo é fundamentada na bioeconomia e na governança participativa. A bioeconomia, conforme Georgescu-Roegen (1971), busca o uso sustentável dos recursos naturais, enquanto a governança participativa, segundo Arnstein (1969) e Fung (2006), promove o engajamento direto das comunidades locais na gestão dos recursos naturais.

A bioeconomia representa uma intersecção entre a biologia e a economia, visando à utilização sustentável de recursos biológicos. Georgescu-Roegen (1971) foi pioneiro ao abordar a economia pela perspectiva da entropia, enfatizando a necessidade de uma reavaliação dos recursos naturais dentro da economia. De acordo com Birch et al. (2010), a bioeconomia está passando por um processo de neoliberalização. Isso

significa que os princípios do neoliberalismo estão sendo aplicados a este setor, integrando o conhecimento científico e os recursos biológicos com o objetivo de promover a sustentabilidade econômica. Contudo, é crucial criticar essa vertente neoliberal para evitar que a bioeconomia fique aprisionada aos ditames da economia de mercado e a racionalidade meramente econômica. Ao tratarmos a natureza apenas como um recurso a ser explorado economicamente, corremos o risco de negligenciar os aspectos sociais, éticos e ambientais fundamentais. A visão neoliberal pode levar à mercantilização excessiva dos recursos naturais, priorizando o lucro e a eficiência econômica em detrimento da preservação ambiental e do bem-estar social. Portanto, é necessário adotar uma abordagem mais holística que valorize a sustentabilidade ecológica e o respeito aos limites naturais, além de promover uma justiça social mais ampla.

Stahel (2016) contribui para a discussão ao introduzir a economia circular, enfatizando a reciclagem e a reutilização dos recursos biológicos como princípios fundamentais da bioeconomia moderna.

Em paralelo, a economia regenerativa surge como uma evolução da bioeconomia, focando não apenas a sustentabilidade, mas também a regeneração dos ecossistemas. Raworth (2017) apresenta a *Doughnut economics*, que propõe limites planetários e sociais para garantir um desenvolvimento econômico sustentável. Fullerton (2015) explora os princípios e os limites do capitalismo regenerativo, destacando como padrões universais podem moldar uma nova economia que promove a saúde ecológica. Webster (2017) complementa esta visão com a ideia de fluxos circulares, onde os resíduos são minimizados e os ciclos de vida dos produtos são estendidos.

A gestão participativa (ou adaptativa) de recursos naturais e a conservação da biodiversidade são essenciais para a sustentabilidade. Folke et al. (2005) discutem a governança adaptativa, que envolve a capacidade de sistemas sociais e ecológicos de responder a mudanças e incertezas. Berkes et al. (2000) abordam a resiliência dos sistemas socioecológicos, enfatizando a importância da gestão participativa na conservação da biodiversidade. Ostrom (1990) aponta a necessidade de instituir coletivos organizados de modo que possam governar bens comuns de forma eficaz e sustentável.

A sustentabilidade, como conceito central, foi popularizada pelo relatório Brundtland (1987), que define desenvolvimento sustentável como aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atender a suas próprias necessidades. Elkington (1997) introduziu o conceito de *triple bottom line*, que integra as dimensões econômica, social e ambiental da sustentabilidade. Sachs (2015) amplia esta discussão ao abordar o desenvolvimento sustentável em um contexto global, destacando a interconexão entre os objetivos econômicos, sociais e ambientais, o que oferece as bases para pensar as ecossocioeconomias.

No âmbito da governança, Rhodes (1996) define a nova governança como um processo de governar sem governo, onde múltiplos atores colaboram em redes complexas. Kooiman (2003) explora a ideia de governar como governança, enfatizando a necessidade de novas abordagens para lidar com a complexidade e a dinâmica dos sistemas sociais. Stoker (1998) propõe cinco proposições para a teoria da governança, destacando a importância da participação e da responsabilidade compartilhada.

A governança participativa, especificamente, foca a inclusão dos cidadãos nos processos decisórios. Arnstein (1969) apresenta a 'escada da participação', que ilustra diferentes níveis de engajamento cidadão, desde a manipulação até o controle cidadão. Fung (2006) discute a diversidade das formas de participação em contextos governamentais complexos, enquanto Cornwall (2008) analisa os modelos, significados e práticas da participação, destacando a importância de contextos locais e culturais.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs), estabelecidos pela ONU em 2015, constituem-se como uma agenda global para promover a paz e a prosperidade. Sachs (2012) traça a transição dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) para os ODSs, destacando a necessidade de integração para alcançar a sustentabilidade. Le Blanc (2015) argumenta que os ODSs devem ser vistos como um conjunto de metas interconectadas, promovendo uma abordagem holística para o desenvolvimento sustentável.

Com base nesses conceitos teóricos, a próxima seção deste trabalho abordará a aplicação prática desses temas destacados na governança participativa do pirarucu. Serão discutidos os desafios e oportunidades na implementação de uma bioeconomia sustentável e regenerativa, destacando a importância da gestão participativa e da governança inclusiva para a conservação desta espécie e dos ecossistemas amazônicos.

BIOECONOMIA E PREMISSAS DO MANEJO PARTICIPATIVO DE PIRARUCU (*ARAPAIMA GIGAS*): UMA GOVERNANÇA NECESSÁRIA

Esta seção visa aproximar o conceito de governança participativa e gestão participativa a uma experiência prática a partir do caso do manejo participativo de pirarucu (*Arapaima gigas*). Portanto, tem-se como plano de fundo a bioeconomia, respaldada por ciência, tecnologia e inovação, a qual busca utilizar os recursos biológicos e naturais para estabelecer cadeias produtivas sustentáveis (Bioökonomierat, 2018; GBS, 2015; Lopes & Chiavari, 2022). As cadeias produtivas sustentáveis se estabelecem na ocasião em que inserem arranjos socioprodutivos comunitários, como no caso do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM), dando protagonismo a pescadores ribeirinhos, alinhado ao que preconizou Ostrom (1990) em sua obra, a qual destaca a necessidade de instituir

coletivos organizados de modo que possam governar bens comuns de forma eficaz e sustentável. Trata-se de um esforço de incluir modos de vida, de conhecimento e de saberes, tipicamente de povos originários e populações tradicionais, que funcionam na escala temporal artesanal, sob a lógica de cadeias curtas, eminentemente territoriais, em cadeias longas, tipicamente à escala industrial (Sampaio & Alves, 2019; Santos, 2020; Santos et al., 2020; Santos et al., 2023).

Neste contexto, o manejo participativo do pirarucu representa um exemplo concreto de aplicação da premissa bioeconômica, o que demanda governança participativa, tal qual conceituadas na seção anterior por Arnstein (1969), Fung (2006) e Cornwall (2008), bem como gestão participativa (recursos naturais e biodiversidade) em destaque pelos autores Folke et al. (2005), Berkes et al. (2000) e Ostrom (1990). Essa abordagem envolve uma ampla gama de atores ao longo da cadeia produtiva sustentável, desde os fornecedores de insumos, como gelo, combustível e alimentos, até os consumidores finais. Este modelo não apenas promove a sustentabilidade ambiental, mas também contribui para o desenvolvimento econômico local e a equidade social ao longo da cadeia de valor do pirarucu.

O pirarucu (*Arapaima gigas*) é um peixe de água doce que pode atingir até três metros de comprimento e pesar cerca de 200 quilogramas (Queiroz, 2000). Ele possui importância econômica significativa para as populações rurais do estado do Amazonas (Viana et al., 2007) e desempenha um papel importante na ecologia da região, como uma espécie topo da cadeia trófica (Castello, 2004). A pesca do pirarucu envolve uma combinação de tecnologias tradicionais, como o arpão, e modernas, como as redes malhadeiras (Queiroz & Sardinha, 1999). Devido à intensa exploração comercial, a pesca da espécie foi completamente proibida em 1996 (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis [IBAMA], 1996).

Antes da proibição, a pesca do pirarucu ocorria ao longo de todo o ano, mas se intensificava na época da seca. As vendas eram geralmente realizadas em pequenas quantidades, nos portos de cada localidade, direcionadas aos patrões e regatões, intermediários tradicionais que forneciam mercadorias a crédito em troca da produção (Lima-Ayres, 1992). Devido a essas características, os preços de venda da produção geralmente eram mais baixos do que os praticados no mercado.

O manejo comunitário da espécie foi uma medida de ordenamento que visava à conservação dos estoques e à retomada da exploração comercial do pirarucu. Para apoiar tecnicamente esse processo de manejo, foram conduzidas pesquisas científicas sobre a biologia da espécie e suas práticas de pesca (Araújo et al., 2013; Arantes et al., 2010; Arantes et al., 2013; Castello, 2008a; Castello, 2008b; Castello, Stewart et al., 2011; Coutinho et al., 2010; Lopes & Queiroz, 2009; Queiroz, 2000; Queiroz & Sardinha, 1999). Além disso, foram realizadas pesquisas sobre aspectos sociais e econômicos (Amaral, 2007; Lima & Peralta, 2017; Peralta, 2010).

O conhecimento tradicional das populações locais sobre os pirarucus foi identificado, validado e utilizado (Arantes et al., 2007; Andrade et al., 2011; Castello, 2004). A proposta de um sistema formal de manejo foi aprovada e implementada, sendo monitorada desde 1999 na Reserva Mamirauá (Castello et al., 2009; Figueiredo, 2013; Viana et al., 2007). Os estudos realizados para orientar a elaboração do plano de manejo da Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Mamirauá identificaram que o pirarucu representava 40% de toda a produção pesqueira e 15% da renda dos moradores (Queiroz & Sardinha, 1999).

Mesmo com a proibição, alguns pescadores não pararam de pescar o pirarucu devido à falta de fiscalização efetiva dos órgãos competentes. Dado o status de Unidade de Conservação de Uso Sustentável e a importância econômica do pirarucu para as famílias ribeirinhas locais, esforços foram empenhados para regularizar a atividade (Viana et al., 2007).

Assim, a primeira pesca manejada do pirarucu ocorreu em 1999 e tem sido desenvolvida e aprimorada ao longo do tempo, com um enfoque no manejo adaptativo, guiado por (1) princípios de sustentabilidade ecológica; (2) princípios de justiça e equidade na distribuição de obrigações, benefícios e penalidades; (3) retorno econômico para os pescadores; e (4) mitigação dos impactos das medidas restritivas ao uso de recursos naturais nas reservas (Amaral, 2009; Viana et al., 2007).

Entende-se por manejo adaptativo a condição de poder ajustar ou aprimorar as orientações técnicas e os procedimentos, visando às melhores práticas de conservação, uso, monitoramento e controle da espécie, bem como de governança e gestão, a partir dos resultados obtidos pelas pesquisas biológicas, sociais e econômicas.

Embora existam estudos significativos sobre a conservação do pirarucu (Castello, McGrath et al., 2011; Castello, Stewart et al., 2011; Viana et al., 2007), a literatura carece de uma análise detalhada que integre o manejo participativo desta espécie com a premissa da bioeconomia e sua relação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs). Um dos *gaps* identificados é a falta de estudos que conectem explicitamente a gestão comunitária do pirarucu à geração de renda sustentável para comunidades locais e à preservação dos ecossistemas amazônicos, ao mesmo tempo que proporcionem um modelo replicável de bioeconomia em outras regiões. Outro aspecto subexplorado é o impacto direto deste manejo participativo sobre a equidade de gênero e a redução das desigualdades socioeconômicas nas comunidades ribeirinhas.

Desta forma, este artigo busca preencher essas lacunas ao explorar como o manejo do pirarucu contribui tanto para a conservação da biodiversidade quanto para o desenvolvimento econômico sustentável, propondo uma abordagem inovadora que combina governança participativa e bioeconomia. Além disso, ao alinhar essa prática com os ODSs, o estudo proporciona novos insights sobre como a gestão dos recursos naturais pode mitigar as mudanças climáticas e promover justiça social.

Governança do manejo participativo de pirarucu: pescadores, técnicos e autoridades ambientais

O sistema de governança dos projetos de manejo do pirarucu é baseado em comitês de manejo locais e no envolvimento de instituições capazes de estabelecer e aplicar normas, realizar seu controle e distribuir equitativamente os benefícios gerados, garantindo a continuidade das ações. Os participantes e seus compromissos são destacados na Figura 1.

Pescador

Aos pescadores cabe a execução das atividades práticas, que incluem proteção da área, caracterização dos ambientes de pesca e seu zoneamento, levantamento anual do estoque, captura dos peixes, seu pré-processamento e comercialização, monitoramento local das atividades e repartição equitativa dos benefícios.

Técnico

Aos técnicos cabe a responsabilidade de orientar os grupos de pescadores e supervisionar suas ações, garantindo o cumprimento das diretrizes e procedimentos estabelecidos no plano de manejo. Isso inclui o respeito às determinações das normas de uso do recurso e o monitoramento de indicadores ambientais, sociais, econômicos e de sustentabilidade. Esses indicadores englobam a densidade e a estrutura populacional da espécie, o tamanho dos peixes e seu estado reprodutivo, a inclusão crescente de usuários, a gestão descentralizada, a atuação das lideranças, a repartição equitativa dos benefícios, o faturamento do grupo, a renda das famílias e a viabilidade das atividades.

Autoridade ambiental

Às autoridades ambientais dos níveis estadual e federal cabe o licenciamento, o acompanhamento e a avaliação da atividade. Instituições de pesquisa mantêm programas de investigação voltados para avaliar os níveis de sustentabilidade das atividades e seus impactos ecológicos, socioeconômicos e sociopolíticos. Os técnicos também ajustam suas orientações com base nos resultados das pesquisas desenvolvidas, seguindo uma abordagem adaptativa (Gonçalves, 2013).

Figura 1. Participantes da governança do manejo de pirarucu e seus compromissos.

Fonte: Elaborada pelas autoras. Os participantes do manejo participativo do pirarucu são os pescadores, técnicos e autoridade ambientais.

Para gerenciar o manejo do pirarucu, os pescadores realizam uma série de atividades. Em diferentes momentos ao longo do ano, são convocados pelas diretorias das organizações para dialogar sobre questões fundamentais relacionadas ao manejo. Isso inclui o acompanhamento e a avaliação das atividades (vigilância, treinamentos, contagem etc.), a revisão das regras acordadas, a proteção da área de manejo, o planejamento da pesca, a divisão de cotas de captura e venda, além da avaliação geral das atividades anuais. Esses fóruns também são apropriados para a elaboração e a revisão de normas de uso do recurso, dos acordos do sistema de zoneamento da área de manejo e do regimento interno (Amaral et al., 2011).

Constata-se que o sistema de governança dos projetos de manejo do pirarucu é baseado em conceitos e princípios da governança participativa, com foco na inclusão dos cidadãos nos processos decisórios em contextos locais e culturais como destacados sobretudo por Arnstein (1969), Fung (2006) e Cornwall (2008).

A gestão participativa de pirarucu no Médio Solimões

Conforme destacado por Gonçalves (2013), o projeto de manejo do pirarucu em vigor desde 1999 propõe a extração em níveis sustentáveis. Isso inclui a adequação do tamanho das malhas das redes utilizadas, o estabelecimento de um percentual de retirada da espécie com o devido controle e monitoramento, e a identificação dos peixes capturados.

De acordo com essa linha de raciocínio, as temáticas gestão participativa (ou adaptativa) de recursos naturais e conservação da biodiversidade configuram-se como categorias analíticas, abordadas na fundamentação teórica. Para a resiliência dos sistemas socioecológicos, faz-se necessária uma gestão participativa eficaz e sustentável, tal qual destacado por Folke et al. (2005), Berkes et al. (2000) e Ostrom (1990).

A gestão participativa, ou como abordaremos a partir de agora, o manejo participativo do pirarucu (manejo sustentável), é um processo que envolve a realização de inúmeras atividades executadas por técnicos e pescadores envolvidos nos projetos. Entre as atividades realizadas pelos pescadores, estão:

- (1) Mobilização e promoção de reuniões;
- (2) Zoneamento da área;
- (3) Rondas de vigilância;
- (4) Contagem do pirarucu;
- (5) Definição das regras de uso;
- (6) Confecção e reparo dos apetrechos;

- (7) Pesca;
- (8) Transporte e limpeza dos peixes;
- (9) Monitoramento da produção;
- (10) Comercialização;
- (11) Repartição dos ganhos provenientes da pesca e prestação de contas.

A equipe técnica do Instituto Mamirauá atua nas seguintes atividades: (1) suporte à organização social dos grupos, propondo ações e desenvolvendo mecanismos para o fortalecimento da autogestão; (2) orientação quanto à legislação inerente à atividade; (3) proposição de ajustes nos procedimentos de manejo com base nos resultados das pesquisas; (4) promoção e/ou articulação de treinamentos demandados pelos grupos de pescadores ou que julgue serem necessários para o melhor desempenho das ações; (5) auxílio na elaboração das normas de uso; (6) registro e sistematização das informações resultantes da ação dos pescadores, elaborando relatórios que são encaminhados ao órgão licenciador da pesca para controle e avaliação, sendo essa uma condicionante para a continuidade do projeto de cada coletivo assessorado.

Toda iniciativa de manejo sustentável dos recursos pesqueiros que objetiva a captura de pirarucu precisa avançar na elaboração de um plano de manejo a ser submetido à apreciação do órgão licenciador da pesca, que no estado do Amazonas é o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Esse documento técnico descreve detalhadamente o contexto socioambiental de implementação da atividade; logo, é possível evidenciar o alinhamento com a premissa da bioeconomia.

O plano de manejo dos recursos pesqueiros de uma determinada área deve estar fundamentado nos objetivos gerais de uma Unidade de Conservação (UC), estabelecer o zoneamento a partir da definição de zonas de uso e de não uso, e elaborar o conjunto de normas que deve direcionar o uso da área e o manejo das diversas espécies de peixe.

Os objetivos apontados no plano de manejo do pirarucu incluem:

(1) Recuperação dos estoques pesqueiros nos ambientes aquáticos do sistema, utilizando técnicas de pesca que possibilitem a captura de espécies com tamanho mínimo permitido por lei, garantindo a manutenção das densidades e estruturas populacionais; (2) garantia da segurança alimentar e geração de renda para as comunidades diretamente envolvidas nas ações de manejo.

As metas se voltam para:

(1) Promover a extração anual sustentável de, no máximo, 30% dos indivíduos adultos de pirarucu (≥ 150

cm); (2) manter os esforços de aconselhamento técnico, acompanhamento, monitoramento e auditoria do sistema de manejo para garantir que 70% dos pirarucus capturados anualmente apresentem comprimento total igual ou superior a 165 centímetros (Lopes & Queiroz, 2009). Esse tamanho é apropriado do ponto de vista da biologia, garantindo a sustentabilidade ecológica do manejo por meio da regeneração biológica dos estoques.

Processo para implementação do manejo participativo de pirarucu: A gestão participativa

O manejo do pirarucu envolve um conjunto de procedimentos que se configuram em práticas vivenciadas ao longo do ano. Essas práticas, conforme denominadas por Amaral et al. (2013), consistem em sete ações principais para a implementação do manejo, conforme Figura 2.



Figura 2. Sete principais ações para a implementação do manejo do pirarucu.

Fonte: Baseado em Amaral, E., Torres, A. C., & Peralta, N. (2013). A avaliação participativa como ferramenta para tomadas de decisão em processos de manejo de pirarucu (*Arapaima gigas*). In E. S. A. Figueiredo (Ed.), *Biologia, conservação e manejo participativo de pirarucus na Pan-Amazônia* (pp. 213-236). Instituto Mamirauá. https://www.researchgate.net/publication/346609186_Avaliacao_Participativa_como_Ferramenta_de_Gestao_Compartilhada_no_Manejo_de_Recursos_Pesqueiros

Cada prática apresentada na Figura 2 é detalhada na sequência:

(1) Organizar

A primeira prática, que exige maior disponibilidade dos grupos de pescadores, envolve reuniões periódicas conhecidas como assembleias ou reuniões. Esses momentos são fundamentais para a avaliação das normas e acordos estabelecidos, bem como para o planejamento das atividades. As assembleias dos coletivos de manejo são instâncias cruciais para a tomada de decisões, incluindo a elaboração e revisão do regimento interno.

(2) Zonear

O zoneamento é uma atividade realizada durante as assembleias dos grupos de manejo e em reuniões menores por comunidades. Baseia-se em dois importantes pressupostos: garantir o acesso e o controle do recurso, além de possibilitar o uso produtivo e sustentável do recurso natural. Isso é crucial, uma vez que a pesca do pirarucu é proibida o ano inteiro no estado do Amazonas, sendo permitida apenas em Unidades de Conservação (UCs) de Uso Sustentável, Terras Indígenas e áreas de Acordos de Pesca com Planos de Manejo aprovados pelo Ibama/AM. O zoneamento envolve a definição dos limites da área e das zonas de uso e não uso, bem como o georreferenciamento dos ambientes e sua classificação em manutenção, comercialização e procriação.

(3) Proteger

A proteção da área ocorre por meio de rondas diárias de vigilância realizadas em mutirão. Os coletivos de manejo estabelecem um calendário de vigilância, distribuindo os participantes em equipes. A participação das mulheres é facultativa devido à natureza insalubre e arriscada da atividade. A efetividade na proteção da área requer um profundo conhecimento da região, observação atenta e estratégias de equipe.

(4) Contar

A contagem do pirarucu, denominada de censo populacional da espécie, envolve pescadores contabilizando indivíduos juvenis e adultos da espécie em cada ambiente da área. Isso é feito por meio de contagens visuais e auditivas em intervalos de 20 minutos.

(5) Pescar

A pesca ocorre durante o período da seca, geralmente entre setembro e novembro, podendo ser antecipada de acordo com a vazante do rio. A pesca de pirarucu envolve o uso de malhadeiras e arpão. A malhadeira é o principal apetrecho e é utilizada tanto na pesca de cerco quanto na de condução e espera. A pesca é uma atividade especializada que requer habilidades específicas.

(6) Vender

A comercialização da produção do pirarucu manejado ocorre em várias etapas. Antes do manejo, a pesca do pirarucu acontecia ao longo do ano, com venda em pequenas quantidades no porto de cada localidade, principalmente para intermediários tradicionais. No contexto do manejo, o processo de comercialização envolve etapas mais elaboradas, tais como: a oferta do produto em rodada de negócios promovida pela assessoria técnica; a elaboração de contrato de compra e venda da produção; o monitoramento da produção; a emissão da guia de trânsito do pescado; etc.

(7) Avaliar

A avaliação anual é conduzida ao final do ciclo de um ano e abrange a venda da produção, a repartição dos rendimentos entre os envolvidos e a prestação de contas dos recursos. Essa avaliação ocorre em dois momentos, primeiro restrito ao grupo de manejo e depois com a participação da equipe técnica do Instituto Mamirauá. Essa avaliação é fundamental para identificar os pontos positivos e as fragilidades na condução das atividades e para definir estratégias de melhoria. Além disso, embasa o pedido de uma nova cota de pesca ao Ibama/AM.

O processo de manejo do pirarucu assessorado pelo Instituto Mamirauá envolve, em linhas gerais, a eficiência da organização coletiva, o respeito às normas estabelecidas, a capacidade de lidar com imprevistos, a frequência das rondas de vigilância, a confiabilidade dos dados de contagem, o desempenho nos processos de produção e comercialização, a distribuição dos rendimentos da pesca e o comprometimento dos beneficiados com a execução das atividades.

RESULTADOS DO PROCESSO DE MANEJO PARTICIPATIVO DE PIRARUCU

Os resultados do processo de manejo participativo do pirarucu são notáveis, com impactos significativos nas

esferas social, ecológica e econômica, alinhado às premissas da bioeconomia. No decorrer do artigo foi possível notar que é realizada a cada ano uma reavaliação dos recursos naturais com uso de técnicas, a exemplo da contagem do pirarucu para a tomada de decisão, alinhada à premissa de Georgescu-Roegen (1971). Da mesma forma, está sendo integrado o conhecimento científico aos recursos biológicos com o objetivo de promover a sustentabilidade econômica (Birch et al., 2010). A fim de dar robustez a esses resultados, destacam-se os principais:

Beneficiados e abrangência: Os projetos de manejo, de forma geral, beneficiam diversas populações tradicionais e pescadores urbanos em mais de 22 municípios do estado do Amazonas. Estima-se que entre 2019 e 2021 mais de 4.500 pessoas tenham sido diretamente beneficiadas, gerando renda a partir do manejo de pirarucu (Relatório Seminário Projeto Parceria para conservação da biodiversidade da Amazônia, 2018, p. 8).

Em 2017, identificou-se que o manejo de pirarucu abrangeu sete Unidades de Conservação (UCs) Federais, sete UCs Estaduais, cinco Terras Indígenas e quatro áreas de Acordos de Pesca. Dessas, 23 áreas foram pesquisadas, o que representa 78% do total e 12.501.043 hectares de floresta

em áreas protegidas (Relatório Seminário Projeto Parceria para conservação da biodiversidade da Amazônia, 2018, p. 8).

Organizações sociais envolvidas: Há uma grande variedade de organizações envolvidas no manejo do pirarucu, incluindo associações comunitárias, associações setoriais, organizações formais de pescadores (associações, colônias e sindicatos de pesca) e cooperativas. Atualmente, estima-se que mais de 250 organizações atuem com o manejo de pirarucu no estado do Amazonas.

Produção, renda e mercados: O manejo de pirarucu ocorre em mais de 1.200 ambientes aquáticos no Amazonas. Em 2016, o estoque de pirarucus adultos e juvenis foi de 417.982, representando um crescimento de 60% em relação ao período entre 2012 e 2016, ou seja, um crescimento médio anual de 12%. A pesca no estado do Amazonas, em 2016, envolveu 33.204 indivíduos de pirarucus, gerando uma renda bruta de R\$ 7 milhões para as comunidades (Relatório Seminário Projeto Parceria para conservação da biodiversidade da Amazônia, 2018, p. 8). A Figura 3 destaca os principais resultados do manejo participativo nas áreas assessoradas.

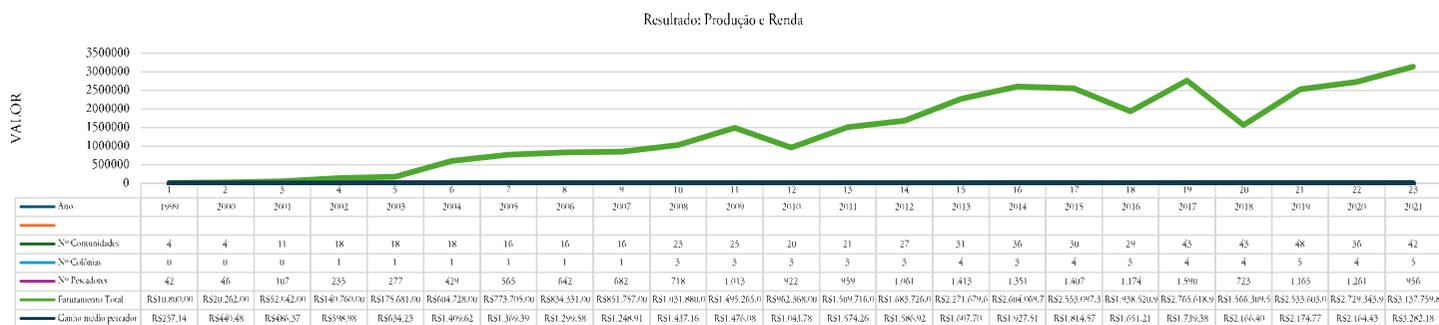


Figura 3. Resultado do manejo nas áreas assessoradas pelo Instituto Mamirauá.

Fonte: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. (2021). *Relatório Anual de Atividades*. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Conforme observado no gráfico da Figura 3, em 2021, o Instituto Mamirauá assessorou 42 comunidades em 12 áreas de manejo. Os dados apresentados na Tabela 1 indicam o número de comunidades e organizações de pescadores atendidas, o número de pessoas beneficiadas por ano, o faturamento bruto e o ganho médio por pescador. Ao longo de 22 anos de atividade (1999-2021), foram produzidas mais de 6.750 toneladas de pirarucu, gerando um faturamento bruto de mais de 32 milhões de reais. De 2003 para 2004, é notável que o ganho médio por pescador mais do que dobrou de valor, aumentando de R\$ 634,23 para R\$ 1.409,62. Isso se deve ao fato de que, em 2003, os quatro grupos de manejo da época não receberam o valor total da produção entregue pelo comprador.

A recuperação dos estoques de pirarucu foi visível já nos primeiros anos de implementação do manejo. Os dados de 2017 mostram um crescimento populacional de

427% nas áreas assessoradas pelo Instituto Mamirauá. A Figura 4 apresenta os indicadores da produção manejada de pirarucus.

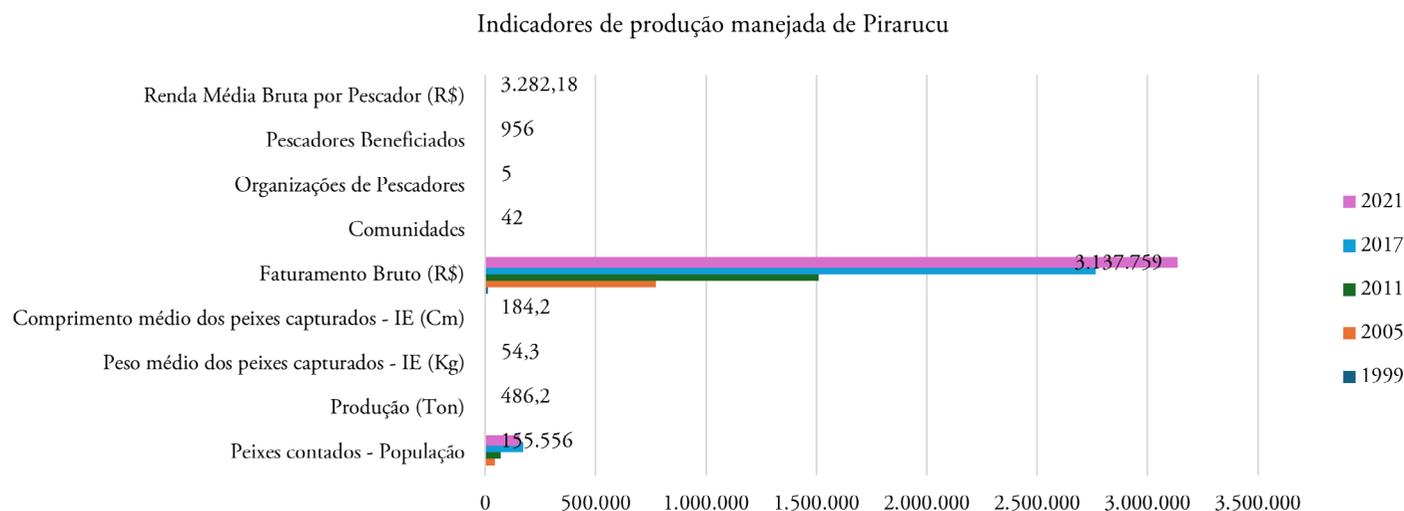


Figura 4. Indicadores da produção manejada nas áreas assessoradas pelo Instituto Mamirauá.

Fonte: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. (2021). *Relatório Anual de Atividades*. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Observa-se que ao longo dos anos, apesar do crescimento da produção e de a pesca ocorrer todos os anos, o comprimento médio dos peixes vem crescendo, de 170 centímetros em 1999 para 184,2 centímetros em 2021, o que corrobora a afirmação de que a pesca, da forma como vem ocorrendo, respeitando premissas básicas do manejo como tamanho mínimo, período reprodutivo e as cotas estabelecidas, é sustentável.

As evidências de incremento na renda dos pescadores, recuperação dos estoques e redução das pressões sobre a espécie (Campos-Silva & Peres, 2016; Figueiredo, 2013) proporcionaram a disseminação da experiência e criaram condições para sua replicação (Campos-Silva & Peres, 2016; Castello, McGrath et al., 2011; Figueiredo, 2013). Atualmente, o manejo participativo da pesca do pirarucu inclui centenas de pequenas comunidades locais, dentro e fora de áreas protegidas, em vários estados da Amazônia brasileira e com abrangência internacional, em partes da Amazônia, como Peru, Colômbia, Bolívia e Guiana Inglesa (Gonçalves et al., 2018).

Os produtos do pirarucu que chegam ao mercado são: carne fresca, carne seca, pele e couro, escama, língua e carcaça. A maior parte destes produtos é consumida na região metropolitana de Manaus, capitais da região Sudeste e em países do exterior, como Estados Unidos, México, Itália, Chile, Alemanha, Espanha e Japão.

De acordo com Dias (2021) o manejo do pirarucu traz um ganho considerável também para economia local. As comunidades extrativistas da Amazônia trabalham com uma cesta de produtos da floresta — existe o período dedicado ao pirarucu, outro ao látex para fabricação de borracha, depois à coleta de sementes para a indústria cosmética e assim por diante, mas o pirarucu tem, a cada ano, representado um volume crescente dentro dessa cesta, gerando a maior receita.

Embora as conquistas sejam expressivas, a cadeia extrativista do pirarucu ainda tem suas dificuldades. Uma

delas é o consumidor não perceber o valor da iniciativa, o que faz com que as comunidades ganhem pouco pelo quilo de peixe comercializado, muitas vezes nem cobrindo o seu custo. A Asproc¹ acredita que para reverter esse quadro é necessária uma melhor comunicação. “A pessoa chega ao supermercado, vê a nossa marca de pescado e não sabe o que nos diferencia de outros pirarucus, que vieram de um processo que explora as comunidades e destrói o meio ambiente. Não sabemos ainda comunicar bem esse diferencial” (Dias, 2021, p. 5). A falta de políticas públicas que reconheçam a importância do serviço de proteção prestado por essas comunidades é outro ponto sempre debatido. Mas, principalmente, há desafios relacionados à carência de infraestrutura, o que dificulta e encarece o trabalho. “Em lugares tão isolados assim, às vezes não tem nem onde comprar gelo para levar o peixe, ou não existe uma embarcação para alugar, como se aluga um caminhão ou um carro, para fazer o nosso serviço” (Dias, 2021, p. 5).

Apesar dos desafios relacionados à questão econômica, as demandas das comunidades por assessoria técnica para implementar e aprovar seu plano de manejo para a espécie crescem a cada ano. Isso ocorre porque (1) a maioria das comunidades não quer trabalhar na ilegalidade ou marginalizada; (2) a pesca da espécie faz parte da cultura dessas populações; e (3) a renda proveniente do manejo é concentrada, possibilitando investimentos na aquisição de bens e serviços, que não é possível com a renda fragmentada das outras pescarias.

O faturamento proveniente da pesca do pirarucu, além de contribuir para a composição da renda doméstica,

tem possibilitado investimentos na aquisição de apetrechos de pesca e melhoria das embarcações, e na construção e/ou adaptação de unidades flutuantes de apoio à vigilância e também para recepção e pré-beneficiamento da produção, provendo melhorias significativas nas condições higiênico-sanitárias de produção.

Trabalho e benefícios sociais: No manejo, a renda advém da produção obtida pela captura do pirarucu em eventos anuais de pesca. Todos os integrantes de um grupo recebem em peixes ou em faturamento a quantidade ou valor proporcional à sua dedicação nas atividades inerentes ao manejo. Em 2016, a produção no Amazonas estava na ordem de 1.900 toneladas, o que gerou um faturamento bruto de quase 10 milhões de reais. Estima-se que a atividade mobilize mais de 15 mil pessoas, seja no fornecimento de insumos (gelo, combustíveis e gêneros alimentícios), seja no comércio local das cidades, no transporte da produção e pré-beneficiamento da produção ou nas indústrias de pescado.

Ocorreu a inclusão formal dos pescadores citadinos do entorno das áreas protegidas e de outras associações de pesca no sistema de manejo por meio de processos e documentos formais intermediados pelo governo, chamados de Acordos de Pesca (Figueiredo, 2013). Houve reconhecimento social dos pescadores por suas ações sustentáveis e sua participação em fóruns de diálogo sobre políticas públicas para a classe e seu acesso a direitos sociais. Além disso, observou-se a promoção da equidade de gênero no manejo. Em 2017, 38% dos participantes e beneficiários do manejo de pirarucu eram mulheres, um marco inédito na região (Gonçalves et al., 2018).

Projeções de futuro: Para 2024, a expectativa é que a produção no Amazonas alcance o patamar de 5 mil toneladas de pirarucu e um faturamento de mais de 25 milhões de reais. Além disso, almeja-se ampliar o acesso das organizações manejadoras a duas importantes políticas públicas: (1) Garantia de Preços Mínimos para os Produtos da Sociobiodiversidade (PGPM-Bio), com um preço estabelecido em R\$ 9,33/kg, e (2) Subvenção Econômica aos pescadores em regime de manejo sustentável do Pirarucu, com o pagamento de R\$ 1,00/kg comercializado (Decreto n.º 41.829, 2020).

Há várias frentes de ação que visam à agregação de valor ao pirarucu manejado. A primeira delas, iniciada em 2015, com o apoio do Sebrae/AM e do Instituto Inovates, refere-se ao reconhecimento da Indicação Geográfica (IG) da região de Mamirauá para o pirarucu manejado junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). A IG na categoria Denominação de Origem (DO) inclui as áreas de várzea do território de nove municípios (Tefé, Alvarães, Uarini, Maraá, Japurá, Fonte Boa, Juruá, Tonantins e Juruá) (Figura 5). Este processo visa ao reconhecimento da notoriedade desta área, permitindo a produção com padrões de qualidade que resultem em um produto com alto valor agregado direcionado para alcançar mercados especiais. A representação jurídica dos manejadores para a utilização da IG é a Federação de Manejadores e Manejadoras de Pirarucu da Região de Mamirauá (Femapam), que, além de regular o uso do selo, representa os manejadores em diálogos políticos e no mapeamento de novos mercados para o produto.



Figura 5. Área de abrangência do projeto de identificação geográfica e a atuação da Femapam.

Fonte: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. (2021). Relatório Anual de Atividades. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.

Outra iniciativa em andamento, em colaboração com o Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (IMAFLORA) e um conjunto de instituições na região do Médio e Alto Solimões, é a Rede Origens Brasil. Essa plataforma digital disponibiliza informações fornecidas pelos produtores locais de um produto específico. No caso de produtos industrializados, o Selo Origens Brasil é combinado com um *QR Code*. Quando decodificado com um celular, esse *QR Code* direciona o consumidor para a localização de origem da matéria-prima e fornece informações sobre os produtores, como seus nomes, idades e fotografias, bem como informações sobre a cultura dos povos e o território de origem. Esse selo tem se mostrado uma ferramenta importante para divulgar e valorizar os manejadores de pirarucu e, conseqüentemente, sua produção. Em 2023, esta iniciativa alcançou seu quarto ano de sucesso.

Outra iniciativa em andamento é liderada pela Comissão Estadual de Produção Orgânica (CPOrg), com o objetivo de certificar o pirarucu manejado. Acredita-se que esse reconhecimento será um fator diferenciador no mercado, contribuindo para a valorização da produção e, conseqüentemente, para o aumento da renda dos manejadores.

O crescimento contínuo do manejo está atraindo mais organizações de apoio para participar deste processo, incluindo prefeituras, por meio das secretarias de produção e meio ambiente. Elas estão se tornando potenciais responsáveis técnicos por projetos de manejo em andamento. Neste sentido, buscam capacitar suas equipes técnicas para prestar assistência às comunidades. Além disso, está ocorrendo um movimento de criação de centrais de associações, federações e cooperativas para representar mais grupos em um determinado território, aumentando assim o poder de negociação por melhores preços para a produção. Essas organizações buscam se estruturar com aquisições e financiamentos de embarcações, fábricas de gelo e frigoríficos, com o objetivo de ganhar maior autonomia sobre a produção e substituir elos importantes na cadeia. Os mercados institucionais mantidos pelo governo, como o Programa Nacional da Alimentação Escolar (PNAE), o Programa de Regionalização da Merenda Escolar (PREME), o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), as Forças Armadas, entre outros, também são partes interessadas na cadeia do pirarucu.

Organizações internacionais, como a United States Agency for International Development (USAID)², United States Forest Service (USFS)³ e Gordon & Betty Moore Foundation, têm apoiado ações voltadas para a cadeia produtiva sustentável do pirarucu. Os principais resultados do manejo participativo de pirarucu são sintetizados na Figura 6.

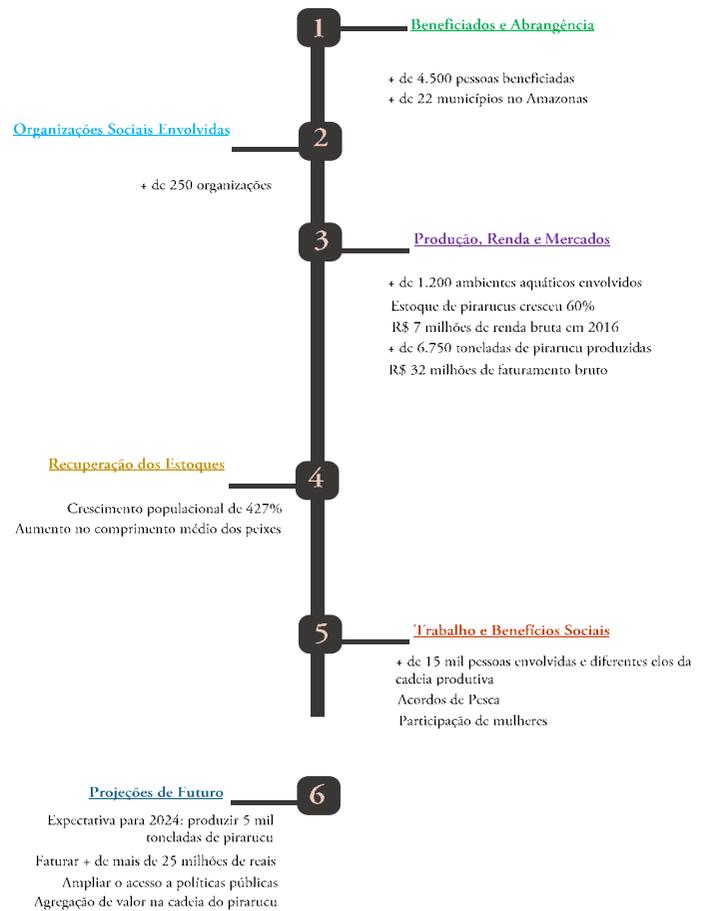


Figura 6. Síntese dos principais resultados do manejo participativo de pirarucu.

Fonte: Elaborada pelas autoras. Os principais resultados do manejo participativo de pirarucu contemplam seis etapas distintas, alcançando resultados significativos no ano de 2021.

O manejo participativo de pirarucu e seu alinhamento com os ODSs

Uma vez que os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs) das Nações Unidas (ONU) devem promover uma abordagem holística para alcançar o desenvolvimento sustentável (Le Blanc, 2015; Sachs, 2012; United Nations, 2015), as ações conduzidas pelo Instituto Mamirauá no âmbito do manejo participativo de pirarucu na região do Médio Solimões, na Amazônia Central, contribuem diretamente para nove ODSs.

É evidente que os ODSs 1, 2 e 12 (erradicação da pobreza; fome zero e agricultura sustentável; e produção e consumo responsáveis) estão diretamente alinhados com a concepção inicial do manejo de pirarucu, que se originou entre 1996 e 1999. A iniciativa foi criada com o propósito de reverter a escassez de recursos pesqueiros, em particular do pirarucu, que resultou da pesca desordenada em várias áreas. Nos primeiros anos (1999-2001), a iniciativa demonstrou que, ao respeitar as premissas básicas de manejo sustentável, como o período reprodutivo da espécie, o tamanho mínimo estabelecido para abate (150 cm) e a retirada de cotas sustentáveis de no máximo 30% do estoque pesqueiro, aliados à proteção do território e a uma sólida governança dos projetos, é possível garantir a segurança alimentar e, ao mesmo tempo, gerar empregos e renda para as populações rurais da Amazônia. O manejo do pirarucu transformou áreas que anteriormente sofriam com a escassez de recursos em regiões com superpopulações de diversas espécies de peixes. Um depoimento que respalda essa transformação é o seguinte: “no início do trabalho, era difícil até pegar piranha para a isca, hoje escolhemos o que comer”. Peixes nobres, como o pirarucu e o tambaqui, passaram a fazer parte da dieta dessas famílias. Além disso, o manejo reduziu significativamente o tempo dedicado à pesca, tanto para subsistência como para atividades comerciais de pequena escala e coletivas de grande escala de pirarucu e outras espécies.

No que se refere ao ODS 8 (trabalho decente e crescimento econômico), os projetos de manejo sustentável representam um modelo de negócios que não apenas atende às necessidades das populações rurais da Amazônia, aprimorando suas atividades culturais e cotidianas, mas que também facilitam o acesso a políticas públicas, como linhas de crédito para produtores familiares, benefícios assistenciais junto à Previdência Social e o Seguro Defeso. Essa iniciativa contribui para o fortalecimento da economia dos municípios. Em 2019, estima-se que tenham sido gerados mais de 10 milhões de reais diretamente com o manejo naquele ano, dos quais mais de 2,5 milhões foram arrecadados por grupos de pescadores assessorados pelo Instituto Mamirauá, promovendo investimentos na economia local por meio da aquisição de bens e serviços.

Os ODSs 5 e 10 (igualdade de gênero e redução das desigualdades) também são considerados nos projetos de manejo, especialmente na definição de critérios para a obtenção do direito à pesca comercial do pirarucu. Esses critérios incluem a participação em reuniões e assembleias,

rondas de vigilância do território e envolvimento em diversas atividades relacionadas ao manejo. Como resultado, qualquer pessoa, seja jovem ou adulta, do sexo masculino ou feminino, com saúde, tem condições de participar de algumas das atividades e receber ganhos, seja em peixes ou em renda, proporcionais ao seu esforço e desempenho nas atividades. Em 2021, a participação das mulheres nos projetos de manejo assessorados pelo Instituto Mamirauá representou 42% dos beneficiados.

Outra contribuição significativa do manejo de pirarucu para os ODSs está relacionada à sua conexão intrínseca com a preservação da floresta. As áreas de manejo de pirarucu não sofrem desmatamento ou queimadas, uma vez que a floresta alagada atua como fonte de alimento para muitas espécies de peixes que compõem a dieta do pirarucu, bem como fornece habitat e abrigo para esses peixes. Portanto, o manejo do pirarucu contribui para a manutenção do ciclo de chuvas, desempenhando um papel eficaz na luta contra as mudanças climáticas globais (ODS 13).

Além disso, o manejo de pirarucu está em conformidade com o ODS 6 — água potável e saneamento e o ODS 7 — energia acessível e limpa. Isso se deve à implementação de unidades de pré-beneficiamento de pirarucu que melhoram as condições de trabalho e produção. Essas unidades inovadoras tratam a água do rio, tornando-a potável para consumo e uso nos processos produtivos. A produção de energia solar fotovoltaica também é uma parte essencial, alimentando os sistemas de bombeamento e tratamento de água, bem como a iluminação das unidades produtivas. O Instituto Mamirauá já instalou duas dessas unidades em 2022 e planeja a construção de outras três entre 2024 e 2026.

Essas unidades flutuantes de recepção e pré-beneficiamento de pirarucu têm como objetivos: melhorar as condições de trabalho e produção, fortalecer os grupos de manejadores de pirarucu na região do Médio Solimões e seus arranjos produtivos, além de desenvolver e implementar tecnologias adequadas à realidade produtiva na várzea amazônica. Isso é complementado por treinamentos sobre boas práticas na manipulação do pirarucu, sensibilizando os produtores sobre a importância da adoção de cuidados na manipulação do pescado para melhorar a qualidade higiênica e sanitária da produção. A síntese dos ODSs e das ações desenvolvidas pelo Instituto Mamirauá é contemplado na Tabela 2, e vale reforçar que todas as práticas mencionadas se relacionam com a premissa da bioeconomia.

Tabela 2. Manejo participativo de pirarucu na região do Médio Solimões e a contribuição para os ODSs.

ODS	Ação do Instituto Mamirauá
ODS 1 — Erradicação da pobreza	Trabalho e renda para as comunidades
ODS 2 — Fome zero e agricultura sustentável	Segurança alimentar
ODS 5 — Igualdade de gênero	As mulheres participam do processo produtivo
ODS 6 — Água potável	Unidade produtiva com tratamento da água do rio
ODS 7 — Energia acessível e limpa	Unidade produtiva com energia solar fotovoltaica
ODS 8 — Trabalho decente e crescimento econômico	Manejo sustentável dos recursos pesqueiros
ODS 10 — Redução das desigualdades	Acesso às políticas públicas e linhas de crédito
ODS 12 — Produção e consumo responsáveis	Manejo sustentável da cadeia do pirarucu
ODS 13 — Ação contra a mudança global do clima	Proteção e manutenção da floresta

Nota. A Tabela 2 destaca as ações realizadas pelo Instituto Mamirauá que foram identificadas que correspondem ao atendimento dos ODSs mencionados.

ANÁLISE GERAL E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados deste trabalho foram obtidos a partir do conhecimento teórico descrito, aliado às entrevistas e grupos focais, que permitiram identificar as percepções das comunidades locais sobre os impactos sociais e econômicos do manejo do pirarucu. Esses dados qualitativos foram complementados por indicadores quantitativos, como o crescimento populacional do peixe, exemplificado pelo aumento de 427% nos estoques, o que demonstra a eficácia do manejo sustentável.

Assim, o manejo participativo do pirarucu, desenvolvido e monitorado pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM) na Amazônia, apresenta-se como exemplo de integração entre governança participativa e bioeconomia, alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs) da ONU. O estudo destaca a eficácia dessa abordagem na mitigação das mudanças climáticas e na promoção da sustentabilidade econômica e ambiental.

No que diz respeito à governança e sua abordagem participativa, conforme as definições de Rhodes (1996), Kooiman (2003) e Stoker (1998), a nova governança é vista como um processo colaborativo sem um comando centralizado, onde múltiplos atores se envolvem em redes complexas para tomada de decisão. No contexto do manejo do pirarucu, isso é evidente na participação ativa das comunidades locais na gestão dos recursos, refletindo a ideia de governança participativa (Arnstein, 1969; Cornwall, 2008; Fung, 2006). Os níveis de engajamento cidadão variam, mas tendem a promover um maior controle e responsabilidade compartilhada sobre os recursos naturais.

A abordagem participativa do Instituto Mamirauá incorpora os princípios da governança adaptativa discutidos por Folke et al. (2005) e a resiliência dos sistemas socioecológicos conforme Berkes et al. (2000). O manejo do pirarucu, envolvendo as comunidades locais na monitorização e tomada

de decisão, demonstra a eficácia da gestão participativa em promover a sustentabilidade e conservar a biodiversidade. Ostrom (1990) enfatiza a necessidade de coletivos organizados para a gestão eficaz dos bens comuns, o que é claramente observado no modelo do Instituto Mamirauá.

Da mesma forma, a prática descrita pelo Instituto Mamirauá está intrinsecamente ligada à premissa da bioeconomia, que visa à utilização sustentável de recursos biológicos para promover o desenvolvimento econômico (Costa et al., 2021; GBS, 2015; Nobre & Nobre, 2019). A integração do conhecimento tradicional e científico no manejo do pirarucu exemplifica como a bioeconomia pode ser aplicada de forma prática e sustentável, proporcionando benefícios econômicos às comunidades locais e preservando os ecossistemas.

O manejo participativo do pirarucu está alinhado a vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs) da ONU, especialmente aqueles relacionados à vida na água (ODS 14), à ação contra a mudança global do clima (ODS 13) e à erradicação da pobreza (ODS 1). A prática promove a conservação dos recursos aquáticos, contribui para a adaptação e mitigação das mudanças climáticas, e proporciona uma fonte sustentável de renda para as comunidades locais, ajudando na redução da pobreza.

Análise por categoria analítica

Bioeconomia

O manejo participativo do pirarucu exemplifica um caso prático de bioeconomia, onde os recursos naturais são geridos de forma sustentável, com benefícios econômicos e sociais para as comunidades locais. Esse modelo está alinhado com os princípios da bioeconomia, como descrito por Georgescu-Roegen (1971) e Stahel (2016), ao promover a utilização eficiente e regenerativa dos recursos naturais e criar valor econômico a partir da conservação da biodiversidade.

Economia regenerativa

O manejo do pirarucu vai além de simplesmente preservar os recursos naturais, pois envolve práticas que regeneram os ecossistemas aquáticos da Amazônia, o que se aproxima da proposta de uma economia regenerativa. Autores como [Raworth \(2017\)](#) defendem a necessidade de restaurar os sistemas ecológicos, e os resultados do trabalho demonstram que a gestão comunitária do pirarucu contribui para a resiliência dos ecossistemas amazônicos e para a recuperação das populações de pirarucu.

Sustentabilidade

Os resultados mostram como o manejo do pirarucu atende aos três pilares da sustentabilidade (ambiental, social e econômico), conforme proposto por [Elkington \(1997\)](#) e o Relatório de Brundtland ([Brundtland, 1987](#)). O modelo de manejo sustentável garante a preservação do pirarucu, promove o desenvolvimento econômico das comunidades ribeirinhas e fortalece a coesão social, ao mesmo tempo que contribui para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Sustentabilidade ecológica

O trabalho destaca a importância da sustentabilidade ecológica, com base nos princípios discutidos por [Viana et al. \(2007\)](#) e [Amaral \(2009\)](#), que tratam da conservação da biodiversidade e da integridade dos ecossistemas. O manejo do pirarucu preserva os serviços ecossistêmicos locais e fortalece os ciclos naturais, demonstrando uma relação direta entre o uso sustentável dos recursos e a proteção ambiental de longo prazo.

Governança

A governança é um fator importante para o sucesso do manejo do pirarucu, como mostrado no estudo. As práticas descritas no trabalho refletem os conceitos de governança em redes e processos colaborativos, discutidos por [Rhodes \(1996\)](#) e [Kooiman \(2003\)](#). A participação de diversos atores (comunidades locais, ONGs, governos) na gestão dos recursos naturais está alinhada com esses princípios, criando um modelo de governança compartilhada que aumenta a efetividade da conservação.

Governança participativa

O modelo de gestão participativa do pirarucu é um exemplo claro de governança participativa, conforme definido por [Arnstein \(1969\)](#), [Fung \(2006\)](#) e [Cornwall \(2008\)](#). O envolvimento ativo das comunidades locais na tomada de

decisões sobre a gestão dos recursos naturais é uma prática que garante maior legitimidade, equidade e sustentabilidade em longo prazo, além de promover a resiliência dos sistemas sociais e ecológicos.

Gestão participativa

A gestão participativa dos recursos naturais, como o pirarucu, é abordada com base nos conceitos de cogestão discutidos por [Folke et al. \(2005\)](#) e [Ostrom \(1990\)](#). Os resultados indicam que o manejo do pirarucu, ao integrar o conhecimento tradicional das comunidades com o conhecimento científico, promove uma gestão eficaz dos recursos naturais, garantindo sua sustentabilidade e ampliando os benefícios socioeconômicos para as populações envolvidas.

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O manejo participativo do pirarucu está diretamente alinhado com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, conforme evidenciado pelos resultados do trabalho. O modelo contribui para objetivos como erradicação da pobreza (ODS 1), fome zero (ODS 2), consumo e produção responsáveis (ODS 12), combate às mudanças climáticas (ODS 13), e redução das desigualdades (ODS 10). Autores como [Sachs \(2012\)](#) e [Le Blanc \(2015\)](#) discutem a importância de integrar esses objetivos em práticas locais, como o manejo de recursos naturais, para promover um desenvolvimento sustentável e inclusivo.

Os resultados do trabalho sobre o manejo participativo do pirarucu são fortemente fundamentados nas categorias analíticas e operativas discutidas na metodologia. Essas categorias fornecem o arcabouço teórico necessário para entender como o modelo de manejo combina aspectos de bioeconomia, economia regenerativa e sustentabilidade, enquanto aplica princípios de governança participativa e gestão de recursos naturais para alcançar resultados práticos e replicáveis. Em última instância, o manejo do pirarucu demonstra como o conhecimento acadêmico sobre bioeconomia e governança pode ser aplicado em contextos reais para promover o desenvolvimento sustentável e cumprir com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

ASPECTOS QUE AVANÇAM NO CONHECIMENTO

Embora a descrição do processo de manejo participativo do pirarucu ofereça uma visão rica e detalhada, é necessário avançar na análise para explorar como essa prática contribui de maneira inovadora para o campo da bioeconomia e da

governança participativa. O manejo do pirarucu, além de ser um caso exemplar de conservação de espécies, estabelece um modelo replicável de governança adaptativa, que pode ser aplicado a outros ecossistemas que enfrentam desafios semelhantes.

Um dos principais avanços deste estudo reside na capacidade do manejo adaptativo de responder a condições ambientais e socioeconômicas em constante mudança, reforçando a resiliência dos sistemas socioecológicos. De acordo com [Ostrom \(1990\)](#) e [Folke et al. \(2005\)](#), a eficácia na gestão de bens comuns, como o pirarucu, depende da capacidade de ajustar as práticas de manejo com base em dados contínuos sobre a saúde do ecossistema e as necessidades da comunidade. O presente estudo contribui para essa discussão ao demonstrar como o monitoramento contínuo dos estoques de pirarucu, aliado ao engajamento ativo das comunidades ribeirinhas, resulta em uma governança sustentável.

Além disso, ao conectar a prática do manejo participativo com a premissa da bioeconomia, este estudo avança ao mostrar como uma abordagem integrada pode simultaneamente promover a conservação de recursos naturais e o desenvolvimento econômico local. Diferentemente de modelos convencionais de exploração de recursos naturais, que muitas vezes priorizam o lucro em detrimento da sustentabilidade, o manejo do pirarucu incorpora o uso sustentável dos recursos biológicos como um pilar central da bioeconomia ([Birch et al., 2010](#); [Georgescu-Roegen, 1971](#)). Esse alinhamento entre conservação e geração de renda sustentável oferece um novo caminho para o desenvolvimento em regiões vulneráveis como a Amazônia.

Ao comparar os resultados deste estudo com a literatura existente, pode-se observar que o manejo participativo do pirarucu traz inovações que vão além da simples conservação da espécie. A prática promove a equidade social, gera renda e melhora a segurança alimentar, ao mesmo tempo que preserva a biodiversidade e mitiga os impactos das mudanças climáticas. Esses aspectos avançam no campo da governança dos bens comuns, demonstrando que a inclusão de comunidades locais no processo decisório fortalece os resultados ecológicos e econômicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo participativo do pirarucu na Amazônia Central é um exemplo de como a conservação ambiental pode ser integrada de forma eficaz ao desenvolvimento sustentável. No entanto, mais do que apenas preservar uma espécie emblemática, como o pirarucu, este estudo avança ao mostrar como esse manejo também contribui para o desenvolvimento econômico e social das comunidades locais, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs) das Nações Unidas.

O principal avanço do estudo está em demonstrar que o manejo participativo do pirarucu, além de ser uma ferramenta para a conservação da biodiversidade, serve como um modelo de bioeconomia que promove a sustentabilidade ambiental e gera impactos positivos na equidade social. Comparado a abordagens convencionais, que muitas vezes focam exclusivamente a preservação, o modelo apresentado aqui mostra que práticas de conservação podem, simultaneamente, gerar segurança alimentar, criar empregos dignos e promover a igualdade de gênero e a inclusão social.

Os resultados respondem diretamente à pergunta de pesquisa ao demonstrar como o manejo participativo do pirarucu contribui para a conservação da espécie, o desenvolvimento sustentável das comunidades locais e o alcance dos ODSs na Amazônia. Além disso, esta prática incorpora conceitos de governança adaptativa e resiliência socioecológica, alinhando-se às teorias de [Folke et al. \(2005\)](#) e [Ostrom \(1990\)](#), ao permitir que as comunidades locais tenham participação ativa no monitoramento e tomada de decisões sobre o uso dos recursos naturais.

Apesar dos avanços apresentados, o manejo participativo enfrenta desafios logísticos, como a falta de infraestrutura adequada e a comunicação limitada dos benefícios desse modelo para o consumidor final. Essas limitações podem restringir o potencial econômico das comunidades envolvidas e dificultar a expansão do modelo para outras regiões. Além disso, a falta de reconhecimento de políticas públicas que valorizem os serviços ambientais prestados pelas comunidades também é uma barreira para o fortalecimento desse modelo.

Estudos futuros podem investigar maneiras de superar esses desafios logísticos, explorando novos modelos de comercialização que melhorem o retorno econômico às comunidades envolvidas e estratégias de comunicação mais eficazes que valorizem os produtos provenientes do manejo sustentável. Novas pesquisas poderiam investigar como replicar esse modelo em outros ecossistemas, avaliando sua aplicabilidade em diferentes contextos socioambientais, e como políticas públicas podem ser desenhadas para apoiar o desenvolvimento da bioeconomia nas regiões mais isoladas da Amazônia.

Por fim, o manejo participativo do pirarucu demonstra que é possível integrar a conservação ambiental, o desenvolvimento econômico e a equidade social em um único modelo. A experiência deste estudo oferece lições valiosas não só para a Amazônia, mas para outras regiões que enfrentam desafios semelhantes. Ao promover uma abordagem sustentável para o uso dos recursos naturais, este modelo pode ser replicado globalmente, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas e o desenvolvimento de uma bioeconomia que seja justa e inclusiva.

REFERÊNCIAS

- Amaral, E. (2007). A comunidade e o mercado: Os desafios na comercialização de pirarucu manejado das Reservas Mamirauá e Amaná, Amazonas, Brasil. *Uakari*, 3(2), 9-19. <https://mamiraua.org.br/documentos/cfd7e9f0c5a414f0efb1b6cf19fa9a6c.pdf>
- Amaral, E. S. (2009). *Economia do pirarucu manejado: Análise das experiências de manejo sustentável na Amazônia*. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.
- Amaral, E., Torres, A. C., & Peralta, N. (2013). A avaliação participativa como ferramenta para tomadas de decisão em processos de manejo de pirarucu (*Arapaima gigas*). In E. S. A. Figueiredo (Ed.), *Biologia, conservação e manejo participativo de pirarucu na Pan-Amazônia* (pp. 213-236). Instituto Mamirauá. https://www.researchgate.net/publication/346609186_Avaliacao_Participativa_como_Ferramenta_de_Gestao_Compartilhada_no_Manejo_de_Recursos_Pesqueiros
- Amaral, E. F., Freitas, C. E. C., & Vieira, I. M. (2011). Manejo comunitário de pirarucu na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 37(3), 235-244.
- Andrade, L. C. A., Amaral, E. S. R., Silva, N. B., & Queiroz, H. L. (2011). A method for assessing the quality of pirarucu countings. *Uakari*, 7(1), 29-40. <https://mamiraua.org.br/documentos/4afcc1bc9e307016834d8170425f0443.pdf>
- Arantes, C. C., Castello, L., & Garcez, D. S. (2007). Variações entre contagens de *Arapaima gigas* (Schinz) (Osteoglossomorpha, Osteoglossidae) feitas por pescadores individualmente em Mamirauá, Brasil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 2(3), 263-269. https://www.researchgate.net/publication/242216386_Variacoes_entre_contagens_de_Arapaima_gigas_Schinz_Osteoglossomorpha_Osteoglossidae_feitas_por_pescadores_individualmente_em_Mamiraua_Brasil
- Arantes, C. C., Castello, L., Stewart, D. J., Cetra, M., & Queiroz, H. L. (2010). Population density, growth and reproduction of arapaima in an Amazonia river floodplain. *Ecology of Freshwater Fish*, 19(3), 455-465. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.2010.00431.x>
- Arantes, C. C., Castello, L., & Cetra, M. (2013). Environmental influences on the distribution of arapaima in Amazon floodplains. *Environmental Biology of Fishes*, 96(10-11), 1257-1267. <http://doi.org/10.1007/s10641-011-9917-9>
- Araripe, J., Rêgo, P. S. do, Queiroz, H., Sampaio, I., & Schneider, H. (2013). Dispersal capacity and genetic structure of *Arapaima gigas* on different geographic scales using microsatellite markers. *PLOS One*, 8(1), e54470. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054470>
- Arnstein, S. R. (1969). A Ladder of Citizen Participation. *Journal of the American Institute of Planners*, 35(4), 216-224. <https://doi.org/10.1080/01944366908977225>
- Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (Eds.). (2000). *Navigating Social-Ecological Systems: Building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press.
- Bioökonomierat. (2018). *Global Bioeconomy Summit Communiqué*. Global Bioeconomy Summit.
- Birch, K., Levidow, L., & Papaioannou, T. (2010). Sustainable Capital? The Neoliberalization of Nature and Knowledge in the European “Knowledge-based Bio-economy”. *Sustainability*, 2(9), 2898-2918. <http://doi.org/10.3390/su2092898>
- Brundtland, G. H. (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press.
- Campos-Silva, J. V., & Peres, C. A. (2016). Community-based management induces rapid recovery of a high-value tropical freshwater fishery. *Scientific Reports*, 6(34745). <http://doi.org/10.1038/srep34745>
- Castello, L. (2004). A method to count pirarucu: Fishers, assessment and management. *North American Journal of Fisheries Management*, 24(2), 379-389. https://www.researchgate.net/publication/233271399_A_Method_to_Count_Pirarucu_Arapaima_gigas_Fishers_Assessment_and_Management
- Castello, L. (2008a). Nesting habit of *Arapaima gigas* (Schinz) in Amazonian floodplains. *Journal of Fish Biology*, 72, 1520-1528. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2007.01778.x>
- Castello, L. (2008b). Lateral migration of *Arapaima gigas* in floodplains of the Amazon. *Ecology of Freshwater Fish*, 17(1), 38-43. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.2007.00255.x>
- Castello, L., McGrath, D., & Beck, P. S. A. (2011). Resource sustainability in small-scale fisheries in the Lower Amazon floodplains. *Fisheries Research*, 110(2), 356-364. <http://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.05.002>
- Castello, L., Stewart, D. J., & Arantes, C. C. (2011). Modeling population dynamics and conservation of arapaima in the Amazon. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 21, 623-640. <https://doi.org/10.1007/s11160-010-9197-z>
- Castello, L., Viana, J. P., Watkins, G., Pinedo-Vasquez, M., & Luzadis, V. (2009). Lessons from integrating fishers of *Arapaima* in small-scale fisheries management at the Mamirauá Reserve, Amazon. *Environmental Management*, 43(2), 197-209. <https://doi.org/10.1007/s00267-008-9220-5>
- Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. (2020). *Oportunidades e Desafios da Bioeconomia - Proposta de Observatório em Bioeconomia*. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2020. https://www.cgEE.org.br/documents/10195/6917123/CGEE_ODBIO_Prop_Obs_Bioec.pdf
- Costa, F. A., Ciasca, B. S., Castro, E. C. C., Barreiros, R. M. M., Folhes, R. T., Bergamini, L. L., Solyno, S. A., Sobrinho, Cruz, A., Costa, J. A., Simões, J., Almeida, J. S., & Souza, H. M. (2021). *Bioeconomia da sociobiodiversidade no estado do Pará*. The Nature Conservancy (TNC Brasil), Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), Natura. https://www.tnc.org.br/content/dam/tnc/nature/en/documents/brasil/projeto_amazonia_bioeconomia.pdf

- Coutinho, E. S. S., Bevilacqua, L., & Queiroz, H. L. (2010). Population dynamics modeling of Arapaima gigas. *Acta Amazonica*, 40(2), 333-345. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672010000200012>
- Cornwall, A. (2008). Unpacking 'Participation': Models, meanings and practices. *Community Development Journal*, 43(3), 269-283. <http://doi.org/10.1093/cdj/bsn010>
- Decreto nº 41.829/2020. (2020). Diário Oficial do Estado do Amazonas no dia 21 de janeiro de 2020. <https://ads.am.gov.br>
- Dias, A. (2021). Manejo do pirarucu na Amazônia: um case bem-sucedido. Exame. <https://bit.ly/3OZHpUp>
- Elkington, J. (1997). *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Capstone Publishing.
- Figueiredo, E. S. A. (Ed.). (2013). *Biologia, conservação e manejo participativo de pirarucus na Pan-Amazônia*. Instituto Mamirauá.
- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., & Norberg, J. (2005). Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 30, 441-473. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144511>
- Fullerton, J. (2015). *Regenerative Capitalism: How Universal Principles and Patterns Will Shape Our New Economy*. Capital Institute.
- Fung, A. (2006). Varieties of participation in complex governance. *Public Administration Review*, 66, 66-75. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2006.00667.x>
- Georgescu-Roegen, N. (1971). *The Entropy Law and the Economic Process*. Harvard University Press.
- Georgescu-Roegen, N. (1975). *Bio-Economic aspects of entropy, entropy and information in science and Philosophy*, J. Zeman éd. Amsterdam.
- Global Bioeconomy Summit. (2015). Communiqué Global Bioeconomy Summit 2015: Making bioeconomy work for sustainable development, Berlin Birch, 2015. https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2021/10/Communique_final_neu.pdf
- Gonçalves, A. C. (2013). O manejo participativo de pirarucu (*Arapaima gigas*) nas Reservas de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. In E. S. A. Figueiredo (Ed.), *Biologia, conservação e manejo participativo de pirarucus na Pan-Amazônia* (pp. 267-277). Instituto Mamirauá.
- Gonçalves, A. C. T., Cunha, J. B. C., & Batista, J. S. (2018). O Gigante Amazônico: Manejo Sustentável de Pirarucu. Instituto Mamirauá.
- Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. (2021). *Relatório Anual de Atividades*. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (1996). Portaria nº 08, de 2 de fevereiro de 1996. <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=98742#:~:text=PORTARIA%20N%C2%B0%2008%2C%202%20DE%20FEVEREIRO%20DE%201996.&text=Par%C3%A1grafo%20C3%A9Anico%20Para%20efeito%20desta,Bacia%20do%20Rio%20-Araguaia%2FTocantins>
- Kooiman, J. (2003). *Governing as Governance*. SAGE Publications.
- Le Blanc, D. (2015). Towards integration at last? The sustainable development goals as a network of targets. *Sustainable Development*, 23(3), 176-187. <https://doi.org/10.1002/sd.1582>
- Lima, D. M., & Peralta, N. (2017). Aspectos socioeconômicos do manejo do pirarucu na Amazônia. *Revista Amazônica*, 12(1), 45-59.
- Lima-Ayres, D. M. (1992). *A Raposa e o Jabuti: Os Patronos e os Caboclos no Médio Solimões*. Editora Fiocruz.
- Lopes, C. L., & Chiavari, J. (2022). *Bioeconomia na Amazônia: Análise conceitual, regulatória e institucional*. Climate Policy Initiative. <https://acervo.socioambiental.org/acervo/documentos/bioeconomia-na-amazonia-analise-conceitual-regulatoria-e-institucional> http://www.plataformademocratica.org/Arquivos/Futuribles2/Futuribles2_ProjetoAmaz%C3%B4nia4.0.pdf
- Lopes, P. F., & Queiroz, H. L. (2009). Uma revisão das fases de desenvolvimento gonadal de pirarucus Arapaima Gigas (Schinz, 1822) por meio da análise macroscópica como uma proposta para unificação destes conceitos e sua aplicação prática nas reservas Mamirauá e Amaná. *Uakari*, 5(1), 39-48. <https://mamiraua.org.br/documentos/3c3a63659fc07f47c6cf4821e0735e6.pdf>
- Nobre, I., & Nobre, C. (2019). *Projeto Amazônia 4.0: Definindo uma terceira via para a Amazônia*. *Futuribles*, (2), 7-20. https://fundacaofhc.org.br/arquivos/Futuribles2/Futuribles2_ProjetoAmazo%CC%82nia4.0.pdf
- Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press.
- Peralta, N. (2010). *Desenvolvimento sustentável e manejo do pirarucu: Estudos de caso na Amazônia*. Universidade Federal do Pará.
- Queiroz, H. L. (2000). Natural History and Conservation of pirarucu, Arapaima gigas, at the Amazonian Varzea: red giants in muddy waters. (Tese de doutorado), University of St. Andrews.
- Queiroz, H. L., & Sardinha, F. S. (1999). *Desenvolvimento sustentável da pesca do pirarucu na Amazônia Central*. In H. L. Queiroz & W. G. Crampton (Eds.), *Estratégias para Manejo Sustentável de Recursos Pesqueiros na Amazônia* (pp. 129-148). Sociedade Civil Mamirauá.
- Raworth, K. (2017). *Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist*. Chelsea Green Publishing.
- Relatório Seminário Projeto Parceria para conservação da biodiversidade da Amazônia. (2018). *Manejo de pirarucu em Unidades de Conservação e Terras Indígenas da Amazônia*. Coletivo do Pirarucu.
- Rhodes, R. A. W. (1996). The New Governance: Governing without Government. *Political Studies*, 44(4), 652-667. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9248.1996.tb01747.x>
- Sachs, J. D. (2012). From millennium development goals to sustainable development goals. *The Lancet*, 379(9832), 2206-2211. [https://www.thelancet.com/journals/a/article/PIIS0140-6736\(12\)60685-0/abstract](https://www.thelancet.com/journals/a/article/PIIS0140-6736(12)60685-0/abstract)
- Sachs, J. D. (2015). *The Age of Sustainable Development*. Columbia University Press.

- Stahel, W. R. (2016). The circular economy. *Nature*, 531(7595), 435-438. <https://doi.org/10.1038/531435a>
- Stoker, G. (1998). Governance as theory: Five propositions. *International Social Science Journal*, 50(155), 17-28. <https://doi.org/10.1111/1468-2451.00106>
- Sampaio, C. A. C., & Alves, F. K. (2019). Eossocioeconomias: Um conceito em construção. *Revista da FAEBA*, 27(52). <https://doi.org/10.21879/faceba2358-0194.2018.v27.n52.p13-25>
- Sampaio, C. A. C., & Santos, L. C. R. (2021). Eossocioeconomia empresarial: conciliando cadeia produtiva sustentável e arranjo socioprodutivo territorial. In *10º En ANPPAS*. Campinas, São Paulo.
- Santos, L. C. R. (2020). *Diretrizes de gestão interorganizacional da cadeia produtiva alinhadas ao produto orientado à sustentabilidade*. [Tese de doutorado em Engenharia De Produção E Sistemas], Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba.
- Santos, L. C. R., Canciglieri Jr., O., & Sampaio, C. A. C. 2. (2020). Reflexões sobre a cadeia produtiva de produto orientado à sustentabilidade. *Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento*, 9(2), 214-227. <https://doi.org/10.3895/rbpd.v9n2.1193>
- Santos, L. C. R. dos, Sampaio, C. A. C., Grimm, I. J., Sander, J. A., Barreto, W. de S., Romano, R. G. (2023). *Cadeia produtiva sustentável: Teorias e abordagens ecossocioeconômicas*. Editora UEPG.
- United Nations. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. UN General Assembly.
- Viana, J. P., Castello, L., Damasceno, J. M. B., Amaral, E. S. R., Estupiñán, G. M. B., Arantes, C., Batista, G. S., Garcez, D. S., & Barbosa, S. (2007). Manejo Comunitário do Pirarucu Arapaima gigas na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - Amazonas, Brasil. In *Áreas Aquáticas Protegidas como Instrumento de Gestão Pesqueira. Série Áreas Protegidas do Brasil* (Vol. 4, pp. 239-261). Ministério do Meio Ambiente e IBAMA.
- Viana, J. P., Damasceno, J. M. B., Castello, L., Amaral, E. S., & Estupiñán, G. M. (2007). *Manejo de pirarucu na Reserva Mamirauá: Desafios e resultados*. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.
- Vieira, P. H. F., & Sampaio, C. A. C. (2022). Eossocioeconomias na encruzilhada do antropoceno: Uma perspectiva sistêmica-transdisciplinar. *Revista Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC)*, 12, 168-208. <https://doi.org/10.32991/2237-2717.2022v12i1>
- Webster, K. (2017). *The Circular Economy: A Wealth of Flows*. Ellen MacArthur Foundation Publishing.

Autoria

Ana Cláudia Torres Gonçalves*

Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá
Estrada do Bexiga, n. 2584, Fonte Boa, CEP 69553-225, Tefé, AM, Brasil

E-mail: ana.claudia@mamiraua.org.br

 <https://orcid.org/0000-0001-8839-8268>

Luciane Cristina Ribeiro dos Santos

Universidade Evangélica de Goiás
Av. Universitária, Km 3,5, Cidade Universitária, CEP 75083-515, Anápolis, GO, Brasil

E-mail: lu.ribeirocrs@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-6148-4254>

* Autora Correspondente

Direitos Autorais

As autoras detêm os direitos autorais relativos ao artigo e concederam à RAC o direito de primeira publicação, com a obra simultaneamente licenciada sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Contribuições dos Autores

1ª autora: administração do projeto (líder), análise formal (igual), conceitualização (igual), curadoria de dados (igual), investigação (líder), metodologia (igual), redação – rascunho original (igual), redação - revisão e edição (igual), supervisão (líder), validação (líder), visualização (igual)

2ª autora: análise formal (igual), conceitualização (igual), curadoria de dados (igual), investigação (suporte), metodologia (igual), redação – rascunho original (igual), redação - revisão e edição (igual), visualização (suporte).

Conflito de Interesses

As autoras informaram que não há conflito de interesses.

Financiamento

As autoras informaram que não houve suporte financeiro para a realização deste trabalho.

Verificação de Plágio

A RAC mantém a prática de submeter todos os documentos aprovados para publicação à verificação de plágio, mediante o emprego de ferramentas específicas, e.g.: iThenticate.

Método de Revisão por Pares

Este conteúdo foi avaliado utilizando o processo de revisão por pares duplo-cego (*double-blind peer-review*). A divulgação das informações dos pareceristas constantes na primeira página e do Relatório de Revisão por Pares (*Peer Review Report*) é feita somente após a conclusão do processo avaliativo, e com o consentimento voluntário dos respectivos pareceristas e autores.

Disponibilidade dos Dados

Os autores afirmam que todos os dados utilizados na pesquisa foram disponibilizados publicamente, e podem ser acessados por meio da plataforma Harvard Dataverse:



Gonçalves, Ana Cláudia Torres; Santos, Luciane Cristina Ribeiro dos, 2025, "Replication Data for: Bioeconomy in Central Amazon: Participatory Management of Pirarucu (*Arapaima gigas*) published by RAC-Revista de Administração Contemporânea", Harvard Dataverse, V1. <https://doi.org/10.7910/DVN/BJRQQO>

A RAC incentiva o compartilhamento de dados mas, por observância a ditames éticos, não demanda a divulgação de qualquer meio de identificação de sujeitos de pesquisa, preservando a privacidade dos sujeitos de pesquisa. A prática de *open data* é viabilizar a reproducibilidade de resultados, e assegurar a irrestrita transparência dos resultados da pesquisa publicada, sem que seja demandada a identidade de sujeitos de pesquisa.

A RAC é membro e subscreve os princípios do COPE - Comitê de Ética em Publicações

