

Desenvolvimento de dispositivo para reduzir a pesca fantasma nas pescarias com covos de lagosta no Brasil

Development of a device for reducing ghost fishing in the Brazilian lobster trap fishery

Vanildo Souza de Oliveira¹, Sérgio Macedo Gomes de Mattos², Kelsey Paige Richardson³, José Carlos Pacheco dos Santos¹, Rodrigo Victor Marinho de Sá⁴ & Thamires Alves Magalhaes⁴.

¹ Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, Brasil

² Consultoria em Bioeconomia e Gestão Pesqueira, Recife-PE, Brasil

³ Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação, Roma, Itália

⁴ Curso de Engenharia de Pesca, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, Brasil

Recebido 21 abril 2025 / Aceito 29 abril 2025

Resumo

Equipamentos de pesca abandonados, perdidos ou descartados (EPAD) são uma questão cada vez mais preocupante. Entre seus vários impactos, um aspecto alarmante é a captura persistente de espécies-alvo e não-alvo, como tartarugas, aves marinhas e mamíferos marinhos, comumente conhecida como "pesca fantasma". No Brasil, poucos estudos examinaram os efeitos da pesca fantasma ou mediram diretamente a mortalidade da fauna marinha resultante dela, particularmente na pesca da lagosta espinhosa. A importância socioeconômica dessa pesca é inegável, especialmente nos estados do Nordeste brasileiro. Uma vez que as armadilhas são feitas de madeira proveniente do meio ambiente, há interesse na transição para armadilhas de ferro para aliviar a pressão sobre os habitats de manguezais e aumentar a durabilidade dos equipamentos ao longo das temporadas de pesca, embora essas armadilhas de ferro sejam geralmente mais caras e não amplamente utilizadas. Assim, o projeto desenvolveu e testou uma armadilha ecológica com um Dispositivo Anti-Pesca Fantasma (DAPF) feito de materiais biodegradáveis, com o apoio do Projeto GloLitter Partnerships. O projeto também teve como objetivo orientar as comunidades pesqueiras locais sobre a necessidade e o desempenho das armadilhas ecológicas propostas e suas modificações na AGFD. Esses avanços tecnológicos mitigam a pesca fantasma e auxiliam na gestão pesqueira, o que é crucial para a implementação de tecnologias aprimoradas nessas comunidades. A funcionalidade e a eficiência da DAPF foram validadas por meio de testes de pesca e discussões com as comunidades pesqueiras, incluindo sua instalação e manuseio simples. Embora projetada especificamente para armadilhas para lagosta espinhosa brasileira, as características do projeto permitem que a DAPF seja integrada a qualquer tipo de armadilha. Portanto, o projeto Eco-covo buscou ativamente o envolvimento de representantes da comunidade pesqueira em todos os níveis, mas será necessário aprimorar a adoção de tecnologias de armadilha ecológica pelos pescadores, novas regulamentações para a pesca de lagosta e políticas públicas relativas a subsídios e incentivos econômicos. A utilização sustentável dos recursos pesqueiros, em todas as suas dimensões e complexidades, incluindo a adoção de tecnologias inovadoras de equipamentos para minimizar a pesca fantasma, contribuirá para alcançar a segurança alimentar e nutricional.

Palavras-chave: eco-covo, lagosta, pesca fantasma

Abstract

Abandoned, lost, or otherwise discarded fishing gear (ALDFG) is an increasing concerning issue. Among its various impacts, one alarming aspect is the persistent capture of target and non-target species, such as turtles, seabirds, and marine mammals, commonly known as "ghost fishing". In Brazil, very few studies have examined the effects of ghost fishing or directly measured marine fauna mortality resulting from it,

particularly in the spiny lobster fishery. The socioeconomic significance of this fishery is undeniable, especially in Brazil's northeastern states. Once traps are made from wood sourced from the environment, there is interest in transitioning to iron traps to alleviate pressure on mangrove habitats and enhance gear durability throughout the fishing seasons, although these iron traps are generally more costly and not widely used. Thus, the project developed and tested an Eco-trap with an Anti-Ghost Fishing Device (AGFD) made from biodegradable materials, supported by the GloLitter Partnerships Project. The project also aimed to guide local fishing communities regarding the necessity and performance of these proposed Eco-traps and their AGFD modifications. These technological advancements mitigate ghost fishing and aid in fisheries management, which is crucial for implementing enhanced technologies within these communities. The functionality and efficiency of the AGFD have been validated through fishing trials and discussions with fishing communities, including its straightforward installation and handling. While specifically designed for Brazilian spiny lobster traps, the design features allow the AGFD to be integrated into any trap type. Hence, the Eco-trap project has actively sought the involvement of fishing community representatives at all levels. However, improving fishers' adoption of Eco-trap technologies, new lobster fishery regulations and public policies concerning grants and economic incentives will be necessary. The sustainable utilization of fishing resources, in all their dimensions and complexities, including the adoption of innovative gear technologies to minimize ghost fishing, will contribute to achieving food security and nutrition.

Keywords: eco-trap, lobster, ghost fishing

Resumen - Adecuación y eficacia en la reducción de la pesca fantasma en la pesquería de langosta con nasas en Brasil

Los aparejos de pesca abandonados, perdidos o descartados (ALDFG, por sus siglas en inglés) son un problema cada vez más preocupante. Entre sus diversos impactos, un aspecto alarmante es la captura persistente de especies objetivo y no objetivo, como tortugas, aves marinas y mamíferos marinos, comúnmente conocida como "pesca fantasma". En Brasil, muy pocos estudios han examinado los efectos de la pesca fantasma o medido directamente la mortalidad de la fauna marina resultante, en particular en la pesquería de langosta espinosa. La importancia socioeconómica de esta pesquería es innegable, especialmente en los estados del noreste de Brasil. Una vez que las trampas se fabrican con madera proveniente del entorno, existe interés en la transición a trampas de hierro para aliviar la presión sobre los hábitats de manglares y mejorar la durabilidad de los aparejos a lo largo de las temporadas de pesca, aunque estas trampas de hierro suelen ser más costosas y su uso no está extendido. Por ello, el proyecto desarrolló y probó una Eco-trampa con un dispositivo anti-pesca fantasma (AGFD, por sus siglas en inglés) fabricado con materiales biodegradables, con el apoyo del Proyecto GloLitter Partnership. El proyecto también tuvo como objetivo orientar a las comunidades pesqueras locales sobre la necesidad y el rendimiento de las Eco-trampas propuestas y sus modificaciones en el AGFD. Estos avances tecnológicos mitigan la pesca fantasma y contribuyen a la gestión pesquera, lo cual es crucial para la implementación de tecnologías mejoradas en estas comunidades. La funcionalidad y eficiencia del AGFD se han validado mediante pruebas de pesca y conversaciones con las comunidades pesqueras, incluyendo su sencilla instalación y manejo. Si bien está diseñado específicamente para las trampas brasileñas para langosta espinosa, sus características de diseño permiten que el AGFD se integre en cualquier tipo de trampa. Por lo tanto, el proyecto Eco-trampa ha buscado activamente la participación de los representantes de la comunidad pesquera en todos los niveles, pero será necesario mejorar la adopción por parte de los pescadores de esas tecnologías, las nuevas regulaciones para la pesca de langosta y las políticas públicas en materia de subvenciones e incentivos económicos. El uso sostenible de los recursos pesqueros, en todas sus dimensiones y complejidades, incluyendo la adopción de tecnologías innovadoras para minimizar la pesca fantasma, contribuirá a lograr la seguridad alimentaria y nutricional.

Palabras clave: eco-trampa, langosta, pesca fantasma.

Introdução

Equipamentos de pesca abandonados, perdidos ou descartados de outra forma (ALDFG, sigla em inglês) são um problema cada vez mais preocupante. Os seus impactos incluem: captura contínua de espécies-alvo e não-alvo (tartarugas, aves e mamíferos marinhos), um fenômeno comumente chamado de “pesca fantasma”; alterações no ambiente bentônico; riscos à navegação; detritos e lixo de praia; introdução de material sintético na cadeia alimentar marinha; introdução de espécies exóticas transportadas pelo ALDFG e uma variedade de custos relacionados às operações de limpeza e impactos nas atividades comerciais nos mares e oceanos. Em geral, redes de emalhar e potes/armadilhas são mais propensos a “pescar fantasma”, enquanto outros equipamentos, como redes de arrasto e espinhel, são mais propensos a causar emaranhamento de organismos marinhos, incluindo espécies protegidas, e danos ao habitat. Os fatores que causam o abandono, a perda ou o descarte de equipamentos de pesca são numerosos e incluem: condições climáticas adversas; fatores operacionais de pesca, incluindo o custo da recuperação dos equipamentos; conflitos de equipamentos; pesca ilegal, não regulamentada e não declarada (INRNR); vandalismo/roubo; e acesso, custo e disponibilidade de instalações de coleta em terra (Macfadyen, Huntington & Cappell, 2009).

O fenômeno da “pesca fantasma”, ou o potencial de equipamentos de pesca abandonados, perdidos ou descartados continuarem capturando espécies-alvo e não-alvo após não serem mais utilizados pelo pescador, foi relatado pela primeira vez no Brasil em Santa Catarina (Chaves & Robert, 2009). No entanto, poucos estudos foram realizados no Brasil sobre os impactos da pesca fantasma. A maioria dos estudos relata de forma mais ampla a existência de detritos marinhos e equipamentos de pesca observados em áreas costeiras (Dantas, Barletta & Costa, 2012; Machado, Drummond & Paglia, 2008; Machado & Fillman, 2010; Mascarenhas et al., 2008; Possatto et al., 2011; Vieira, Dias & Hanazaki, 2011), indicando assim a prevalência de equipamentos de pesca abandonados, perdidos ou descartados, incluindo o potencial para pesca fantasma. Além disso, existem poucos estudos sobre medições diretas no Brasil para mortalidades da fauna marinha causadas pela pesca fantasma, incluindo a pesca de lagostas no Brasil. No entanto, mais recentemente, Link, Segal & Casarini (2019) revisaram o conhecimento sobre os impactos da perda de equipamentos de pesca no ambiente marinho no Brasil, como uma contribuição à gestão

Introduction

Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear (ALDFG) is a problem that is increasingly of concern. ALDFG impacts include: continued catching of target and non-target species (such as turtles, seabirds and marine mammals) a phenomenon commonly referred to as “ghost fishing”; alterations to the benthic environment; navigational hazards; beach debris/litter; introduction of synthetic material into the marine food web; introduction of alien species transported by ALDFG and a variety of costs related to clean-up operations and impacts on business activities. In general, gillnets and pots/traps are most likely to “ghost fish” while other gear, such as trawls and longlines, are more likely to cause entanglement of marine organisms, including protected species, and habitat damage. The factors which cause fishing gear to be abandoned, lost or otherwise discarded are numerous and include: adverse weather; operational fishing factors including the cost of gear retrieval; gear conflicts; illegal, unregulated and unreported (IUU) fishing; vandalism/theft; and access to and cost and availability of shoreside collection facilities (Macfadyen, Huntington & Cappell, 2009).

The phenomenon of ‘ghost fishing’, or the potential for abandoned, lost or discarded fishing gear to continue to catch target and non-target species after it is no longer in use by the fisher, was first reported in Brazil in the coastal state of Santa Catarina (Chaves & Robert, 2009). Very few studies however have been undertaken in Brazil around the impacts of ghost-fishing. Most studies report more broadly the existence of marine debris and fishing gear observed in coastal areas (Dantas, Barletta & Costa, 2012; Machado, Drummond & Paglia, 2008; Machado & Fillman, 2010; Mascarenhas et al., 2008; Possatto et al., 2011; Vieira, Dias & Hanazaki, 2011), thus indicating the prevalence of abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear (ALDFG) items, including the potential for ghost fishing. Also, few studies on direct measurements exist in Brazil for marine fauna mortalities caused by ghost fishing, including for Brazil’s important spiny lobster fishery. However, more recently, the Link, Segal & Casarini (2019) review investigated the number of scientific studies that report ALDFG, and identified sites sampled for ALDFG and the knowledge gaps in this subject. Thirty-two studies were obtained from different fields of research reporting the presence of ALDFG in Brazil, with only nine focusing specifically on this ghost fishing topic. The most recorded ALDFG items

de detritos. A revisão investigou o número de estudos científicos e identificou locais amostrados e as lacunas de conhecimento restantes neste assunto. Trinta e dois estudos foram obtidos de diferentes áreas de pesquisa relatando a presença de equipamentos de pesca abandonados, perdidos ou descartados no Brasil, com apenas nove focando especificamente neste tópico de pesca fantasma. Os itens mais registrados foram redes, cordas e linhas de pesca encontradas em praias, submersas em áreas costeiras e em ilhas oceânicas.

A importância socioeconômica da pesca da lagosta no Brasil é inegável, especialmente nos estados do Nordeste brasileiro. De acordo com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama, 2008), a pesca da lagosta emprega diretamente aproximadamente 16.000 pescadores, com um número adicional estimado de 190.000 pessoas empregadas indiretamente, através de reparos e construção de barcos e equipamentos de pesca; venda de suprimentos de pesca; produção e transporte de gelo; e processamento, comercialização e exportação de lagosta. A pesca se estende do estado do Espírito Santo, na região sudeste, até o estado do Amapá, na região norte, abrangendo cerca de 150 mil km². O total de desembarques anuais compreende aproximadamente 5.000 toneladas de caudas, com valores de mais de US\$ 60 milhões no mercado de exportação e demanda crescente por lagostas com produção estável.

Após aumentos significativos no esforço de pesca e pressões sobre importantes populações juvenis de lagosta em águas costeiras rasas, o Ibama proibiu o uso de redes de emalhar para a pesca da lagosta em 2003, e hoje apenas armadilhas (covo, manzuá ou cangalha) são permitidas (FAO, 2003). No Nordeste do Brasil essas armadilhas são construídas com madeira extraída do meio ambiente, às vezes de árvores de mangue, o que é proibido, e normalmente são usadas durante 3 a 4 temporadas de pesca. Embora exista interesse na transição para armadilhas que utilizam principalmente estruturas de ferro para reduzir as pressões sobre os manguezais e aumentar a durabilidade das artes ao longo das estações, estas armadilhas de ferro são normalmente mais caras e não são amplamente utilizadas. Geralmente carcaças de peixe ou pele de porco ou boi podem ser utilizadas como iscas dentro da armadilha e essas são jogadas no fundo do mar. Uma longa corda é presa a cada armadilha, na extremidade da qual pode-se prender uma boia. As entradas são concebidas para serem apenas de sentido único, localmente chamadas de 'sanga'. As armadilhas são verificadas dia sim, dia não pelo

were nets, ropes and fishing lines found on beaches, submerged in coastal areas and in oceanic islands.

The socioeconomic importance of the lobster fishery in Brazil is undeniable, especially in Brazil's northeastern states. The description provided by the Brazilian Institute of Environment and Renewable Natural Resources (Ibama, 2008) illustrates that the lobster fishery directly employs approximately 16,000 fishers, with an estimated additional 190,000 people indirectly supported such as through boat and fishing gear repair and construction; sale of fishing supplies; ice production and transport; and lobster processing, marketing and export. The fishery extends from Espírito Santo state, in the southeast Region, to Amapá state, in the north Region, covering approximately 150,000 km². Total annual landings comprise approximately 5,000 tons of tails, with values of more than \$60 million in the export market and increasing demand for lobsters under stable production.

Following significant increases in fishing effort and pressures on substantial juvenile lobster populations in shallow coastal waters, Ibama prohibited the use of gillnets for lobster fishing in 2003, and only traps are allowed in the lobster fishery today (FAO, 2003). Traps in northeastern Brazil are built with wood extracted from the environment, sometimes sourced from mangrove trees, which is prohibited, and are typically used for 3-4 fishing seasons. While interest exists to transition to traps using primarily iron structures to reduce pressures on mangrove habitats and increase the durability of gears across seasons, these iron traps are typically more expensive and are not widely employed. A piece of bait, often fish carcasses or pig or ox hide, is placed inside the trap, and the traps are dropped onto the sea floor. A long rope is attached to each trap, at the end of which is a buoy. The entrances to the traps are designed to be one-way entrances only, locally called 'sanga'. The traps are checked every other day by fishers and rebaited if required. Nevertheless, after approximately 10 days, the traps are lifted and brought ashore for cleaning and, if necessary, repairing.

This study was conducted through the pilot project "Testing and promoting fishing gear innovation to reduce ghost fishing of lost lobster traps in Brazil" through developing and testing an "Eco-trap" with an "Anti-Ghost Fishing Device" (AGFD) that uses biodegradable material. The pilot project also included raising awareness in local fishing communities of the need for the proposed Eco-traps, their AGFD modification and

pescador e “re-iscadas” se necessário. No entanto, após cerca de 10 dias as armadilhas são içadas e trazidas para terra para limpeza e reparação.

Este estudo, realizado através do projeto piloto, “Testando e promovendo inovação em artes de pesca para reduzir a pesca fantasma de armadilhas perdidas de lagosta no Brasil”, através do desenvolvimento e teste de um “Eco-covo” com um “Dispositivo de Anti-Pesca Fantasma” (DPAF) que utiliza material biodegradável. O projeto-piloto também incluiu a sensibilização das comunidades pesqueiras locais sobre a utilização de Eco-covos, a sua modificação para evitar a pesca fantasma e o desempenho associado. O projeto proporcionou o primeiro estudo dedicado à pesca fantasma no Brasil com armadilhas para lagostas, avaliando a capacidade de pesca fantasma de armadilhas perdidas simuladas.

O projeto integra o Projeto de Parcerias GloLitter Fase I implementado pela Organização Marítima Internacional (OMI) e pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), com financiamento inicial do Governo da Noruega através do Agência Norueguesa de Cooperação para o Desenvolvimento (Norad). O GloLitter está ajudando os países em desenvolvimento a reduzir o lixo plástico marinho proveniente dos setores de transporte marítimo e pesca. O projeto fortalece as capacidades institucionais do governo e da gestão portuária na abordagem de questões relacionadas com o Lixo Plástico Marinho (LPM) e apoia reformas legais, políticas e institucionais nacionais. O GloLitter direciona seus objetivos concentrando-se em várias áreas identificadas no Plano de Ação da OMI recentemente adotado para abordar o lixo plástico no mar proveniente de navios, e em ações complementares identificadas pela FAO, incluindo o apoio às disposições das Diretrizes Voluntárias sobre a Marcação das Artes de Pesca.

O projeto resultou na maior inovação tecnológica ao mitigar a pesca fantasma na pesca brasileira de lagosta; ligações colaborativas, competências e práticas muito melhoradas, e construção conjunta de redes de diferentes tipos entre as comunidades; melhor reconhecimento de ativos e relações participativas com as comunidades e os seus membros. A investigação em tecnologias de artes de pesca para apoiar a gestão da pesca é uma questão central para a implementação adequada de melhores tecnologias nas comunidades.

associated performance. The project provided Brazil's first dedicated ghost fishing study for spiny lobster traps by evaluating the ghost fishing capacity of simulated lost traps.

The project integrates the GloLitter Partnerships Project (i.e., “GloLitter”) Phase I implemented by the International Maritime Organization (IMO) and the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), with initial funding from the Government of Norway via the Norwegian Agency for Development Cooperation (Norad). GloLitter is assisting developing countries in reducing marine plastic litter from the maritime transport and fisheries sectors. The project strengthens government and port management institutional capacities in addressing Marine Plastic Litter (MPL) issues and supports the country's legal, policy and institutional reforms. GloLitter is achieving its objectives by focusing on several areas identified in the recently adopted IMO Action Plan to address MPL from ships and in complementary actions as identified by FAO, including supporting the provisions of the Voluntary Guidelines on the Marking of Fishing Gear (VGMFG).

The key objective of the project was to develop and test an Eco-trap with an Anti-Ghost Fishing Device (AGFD) that uses biodegradable material and advise local fishing communities of the need for the proposed Eco-traps, their AGFD modification and performance. The project resulted in improved technological innovation by mitigating ghost fishing in Brazilian spiny lobster fisheries; greatly enhanced collaborative linkages, skills and practices, and joint network building of different kinds amongst communities; improved asset recognition, and participative relationships with communities and their members. Research in fishing gear technologies supporting fisheries' management is a core issue for implementing improved technologies in the communities.

Material e Métodos

Um Eco-covo foi idealizado e testado em comparação com as armadilhas de madeira normalmente utilizadas na pesca da lagosta. O Eco-covo é composto por uma estrutura de ferro mais duradoura (em comparação com a madeira usada em armadilhas 'normais') e um 'Dispositivo Anti-Pesca Fantasma' (DAPF) que utiliza material biodegradável para fixar um dos painéis da armadilha à armação de ferro. Esse dispositivo visa prevenir e minimizar a pesca fantasma e criar um painel lateral colapsável amarrado com fio de algodão e/ou barbante de sisal que, com o tempo, irá se romper e essa lateral se abrir. Esta abertura maior permite que os animais escapem no caso da armadilha ser abandonada, perdida ou descartada no ambiente marinho evitando, assim, a pesca fantasma. Os Eco-covos foram testados juntamente com os covos de madeira normalmente utilizados nas comunidades brasileiras de pesca artesanal de lagosta, em colaboração com pescadores locais, sendo que as diferenças entre os Eco-covos e as tradicionais armadilhas de madeira são as aberturas de fuga para pequenos peixes e lagostas e o painel lateral colapsável mencionado. Duas comunidades pesqueiras no Estado de Pernambuco estiveram envolvidas no projeto: Colônia de Pescadores Z-1 do Pina, localizada na cidade de Recife; e Colônia de Pescadores Z-06 de Barra de Sirinhaém, localizada no município de Sirinhaém (Figura 1).

Material and Methods

A modified 'Eco-trap' design was tested in comparison to the wooden traps typically used in the spiny lobster fishery. The Eco-trap is comprised of a longer-lasting iron trap structure (compared to the wood used in 'normal' traps) and an 'Anti-Ghost Fishing Device' (AGFD) that employs biodegradable material to fix one of the trap panels to the iron frames. The AGFD aims to prevent and minimize ghost fishing and to create a collapsible lateral panel tied with cotton yarn and/or sisal string that, over time, will break, thus avoiding the occurrence of ghost fishing. This larger opening allows animals to escape from the trap once it is abandoned, lost or discarded (ALD) in the marine environment and thus prevents ghost fishing from ALD traps. The Eco-traps were tested alongside the wooden traps typically used in artisanal Brazilian lobster fishing communities, in collaboration with local fishers, and the differences between the Eco-traps and the traditional wooden traps being escape openings for small fishes and lobsters and the mentioned collapsible lateral panel. Two fishing communities in the State of Pernambuco were engaged in the project: Colônia de Pescadores Z-1 do Pina, located in the city of Recife, and Colônia de Pescadores Z-06 de Barra de Sirinhaém, located in the city of Sirinhaém (Figure 1).

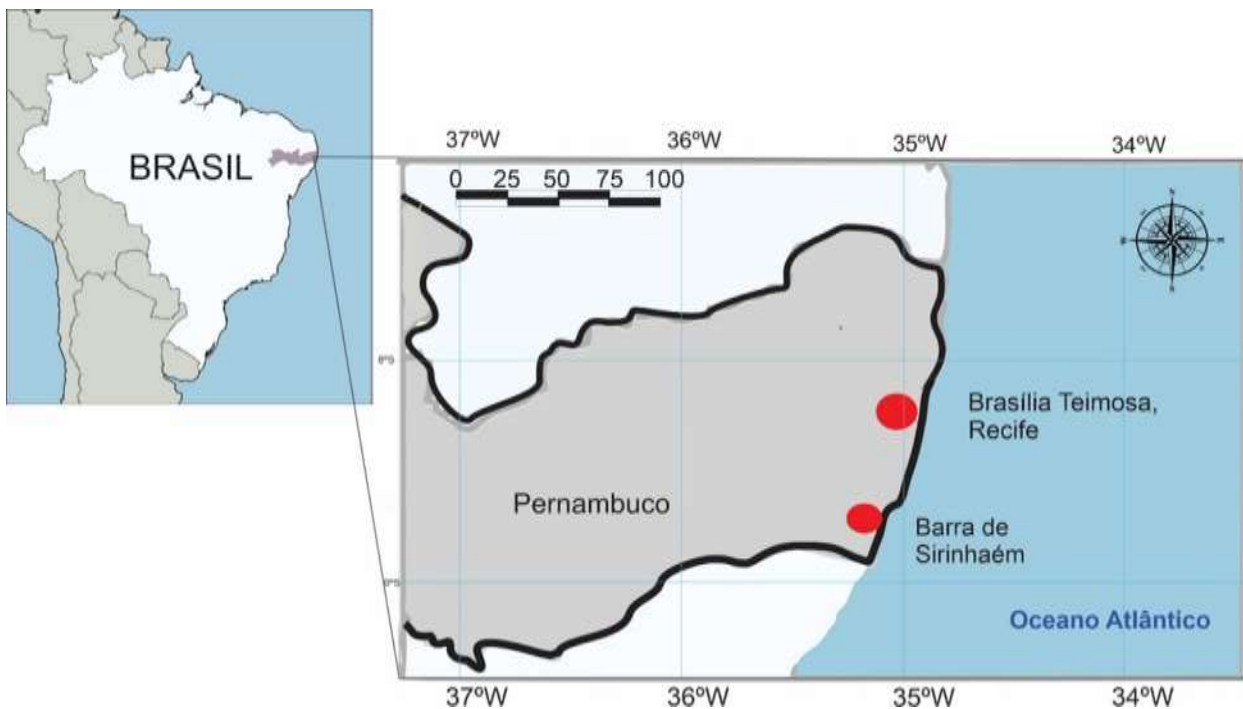


Figura 1. Mapa das comunidades pesqueiras locais onde os experimentos do Projeto Eco-covo foram conduzidos.

Figure 1. Map of local fishing communities where the Eco-trap Project experiments were conducted.

A Figura 2 mostra um esboço do processo de construção do Eco-covo.

Os Eco-covos foram desenvolvidos pelo Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAq) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), no Laboratório de Pesca Sustentável (LAPESU) e o Laboratório de Construção de Equipamentos de Pesca (LACAPE), conforme as dimensões e características de armadilhas para lagostas comumente utilizadas no litoral pernambucano.

O Eco-covo foi construído com os seguintes materiais: vergalhões de ferro com diâmetro de 6mm, 8mm e 10mm, além de tubos de alumínio com diâmetro de 30mm como suporte. Os tubos de alumínio são vendidos no mercado com 6m de comprimento e foram cortados em pedaços de 30cm de comprimento, totalizando 400 tubos de 30cm. As estruturas dos vergalhões de ferro foram montadas em quatro tubos de alumínio. Essa estrutura é desmontável, o que facilita o seu armazenamento no convés dos barcos de pesca (Figura 3).

Figure 2 shows a sketch of the process for Eco-trap construction.

The Eco-traps were developed in collaboration with the Department of Fisheries and Aquaculture (DEPAq) of the Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE), including its Sustainable Fishing Laboratory and the Fishing Equipment Construction Laboratory, and were built according to the dimensions and characteristics of lobster traps commonly used off the Pernambuco coast.

The Eco-trap was constructed with the following materials: iron rebars with a diameter of 6mm, 8mm and 10mm, in addition to aluminum tubes with a diameter of 30 mm to support the Eco-traps. The aluminum tubes were 6m long and were cut into 30cm long pieces, totalling 400 30cm tubes. The structures of the iron rebars are assembled with aluminum tubes, allowing for the closure of the structure. Eco-traps are collapsible, which facilitates their storage on the deck of fishing boats (Figure 3).

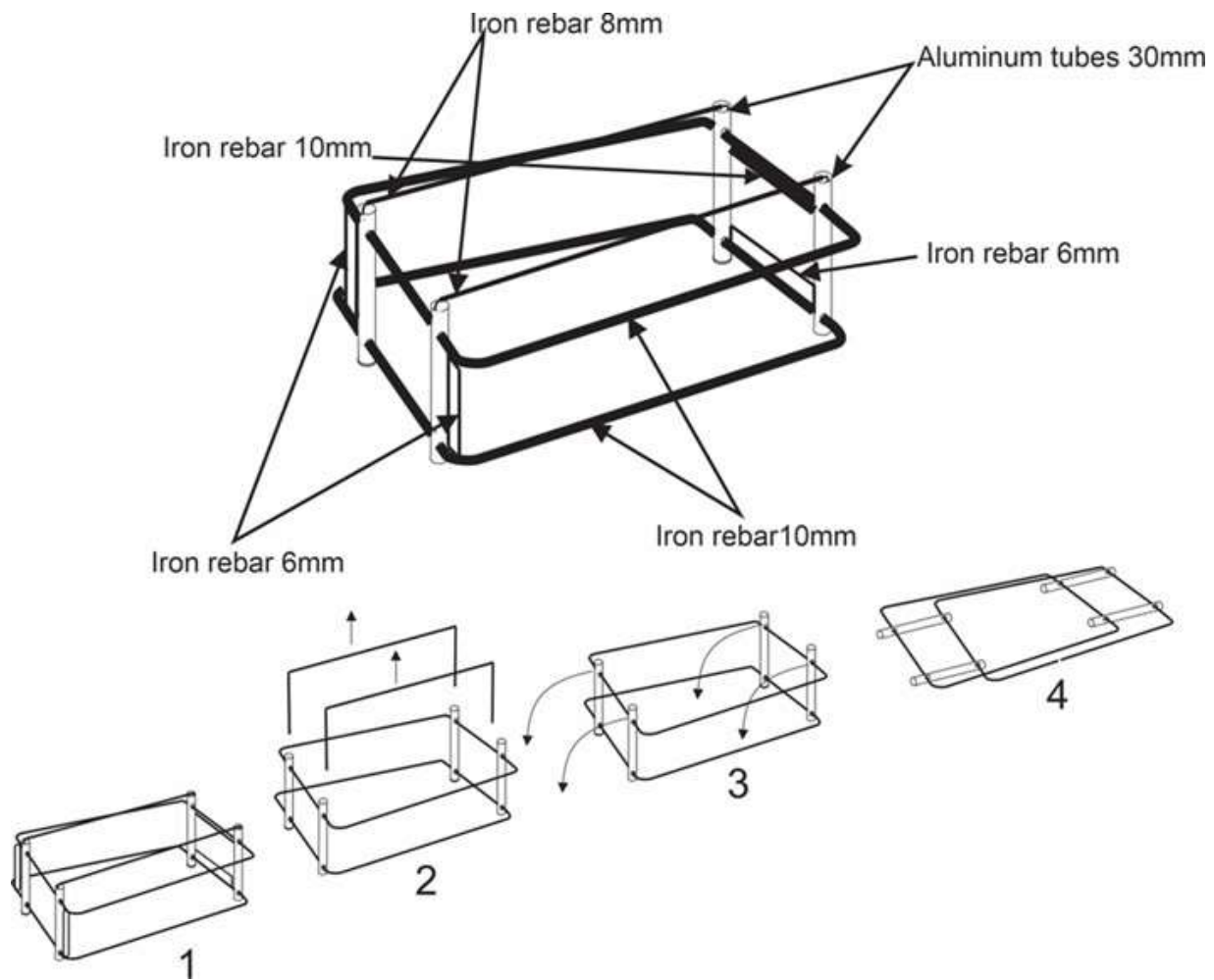


Figura 2. Esboço mostrando as características do Eco-covo e como ele é desmontado.

Figure 2. Sketch showing the process for Eco-trap construction and how it collapses.

Figura 3. Eco-covo desmontado mostra que toda a estrutura colapsada está praticamente horizontal, economizando espaço no convés do barco de pesca. A “sanga” também pode ser desmontada.

Figure 3. The disassembled Eco-trap shows that the collapsed structure is practically horizontal, saving space on the fishing boat's deck. The one-way entrance (i.e., “sanga” in the local language) can also be disassembled.



Por exemplo, doze Eco-covos desmontados e fechados juntos têm a altura de apenas uma armadilha de madeira tradicional usada por barcos de pesca artesanal (Figura 4).

For example, twelve disassembled and collapsed Eco-trap structures have a height equivalent to only one traditional wooden trap used by artisanal fishing boats (Figure 4).

Figura 4. Estrutura desmontada e fechada, mostrando que 12 estruturas de Eco-covo têm a altura de apenas uma armadilha de madeira tradicional usada por pescadores artesanais.

Figure 4. Disassembled and collapsed structure, showing that 12 Eco-traps structures have the height of only one traditional local wooden trap used by artisanal fishers.



Isto permite o fácil armazenamento a bordo. Para que a armadilha retorne à posição vertical, duas barras de ferro são colocadas dentro dos tubos de alumínio, dando sustentação à estrutura de ferro e evitando que ela feche (Figura 5). O projeto dessas armadilhas ecológicas também inclui um dispositivo de exclusão de lagosta no painel lateral inferior (Figura 5) e dois dispositivos de exclusão de peixes no painel frontal (Figura 6).

This also allows for easy dismantling of the traps. For the Eco-trap to be returned to the vertical position, two iron rods are placed inside the aluminum tubes, supporting the trap structure and preventing it from closing (Figure 5). Eco-trap designs also include two vertical fish-exclusion devices on the front panel, close to the aluminum tube in the front panel (Figure 5) and a lobster exclusion device on the bottom side panel (Figure 6), both shown through a long red arrow.

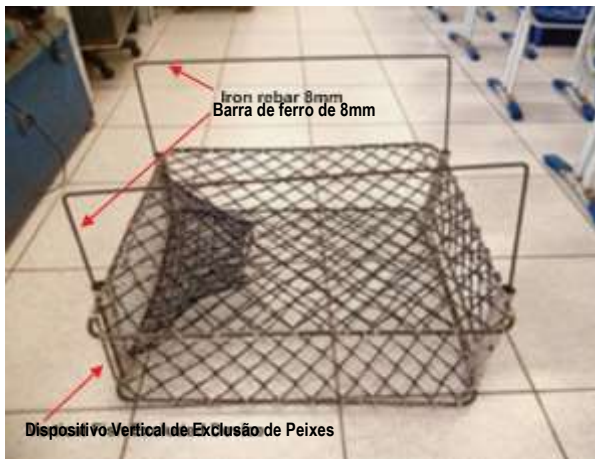


Figura 5. Para o Eco-covo retornar à posição vertical, duas barras de ferro são colocadas dentro dos tubos de alumínio, apoiando o covo e impedindo seu fechamento. Mostra também o dispositivo vertical de exclusão de peixes, próximos aos tubos de alumínio no painel frontal.

Figure 5. For the Eco-trap to be returned to the vertical position, two iron rods are placed inside the aluminum tubes, supporting the trap and preventing it from closing. It also shows the vertical fish exclusion device next to the aluminum tubes on the front panel.

Devido à duração relativamente curta do período do projeto GloLitter, as modificações no Eco-covo e as discussões tecnológicas associadas com os pescadores de lagosta foram difíceis e limitadas. No entanto, uma melhoria na eficiência da entrada unidirecional da Eco-covo ("sanga") foi conduzida, após discussões técnicas e devolutiva recebida dos pescadores. O primeiro modelo flexível de sanga foi desenvolvido para fechar junto com a estrutura de ferro, chamado Sanga Tipo 1 (Figura 7 A e B).

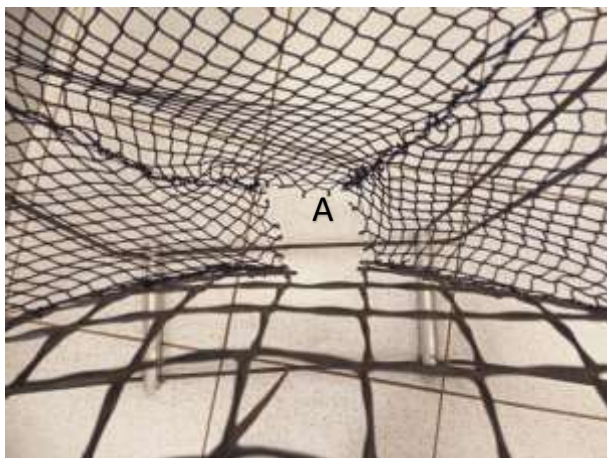


Figura 6. Uma janela de escape de lagosta é mostrada na parte traseira do Eco-covo, e a janela de escape de peixe está próxima aos tubos de alumínio no painel frontal.

Figure 6. A lobster escape window is shown on the back of the Eco-trap, and the fish escape window is next to the aluminum tubes on the front panel.

Due to the relatively short duration of the GloLitter project period, Eco-trap modifications and associated technological discussions with lobster fishers were difficult and limited. Nevertheless, an improvement in the efficiency of the Eco-trap's one-way entry ("sanga") was conducted, following technical discussions with and feedback received from fishers. The initial flexible Sanga model was designed to be close aligned with the iron structure, called Sanga Type 1 (Figure 7 A and B).

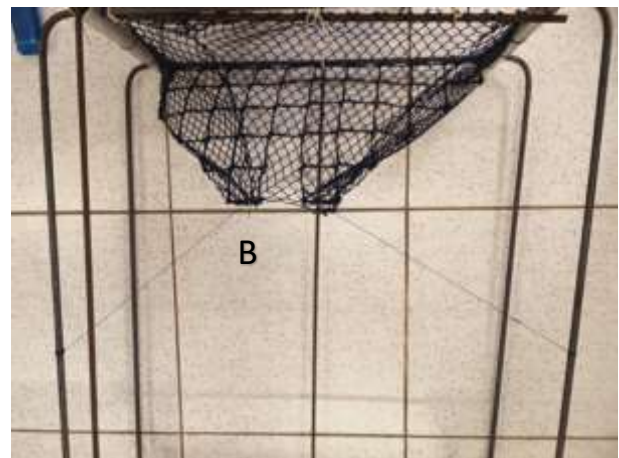


Figura 7. Eco-covo projetado com entrada unidirecional 'Sanga Tipo 1', desmontável, feita de malha plástica e cobertura de poliamida. A) Vista da entrada unidirecional; B) Vista externa de cima.

Figure 7. Eco-trap is designed with a one-way entrance, Sanga Type 1, is detachable, and is made of plastic mesh and polyamide covering. A) The one-way entrance view; B) Outside view from the top.

No entanto, este primeiro modelo de sanga não foi adequado para manter a tensão e a rigidez necessárias para a entrada da armadilha. Este tipo de entrada muito flexível resultaria, segundo os pescadores, em lagostas evitando a entrada unidirecional da armadilha por ser muito flexível. Em resposta, uma entrada unidirecional flexível foi construída composta apenas de tecido de PA com uma estrutura que, após a montagem, o pescador pode ajustar para dar o grau de rigidez desejado esticando a sanga usando um fio de PA e amarrando-a à estrutura do Eco-covo. A segunda versão desta entrada unidirecional é chamada Sanga Tipo 2 (Figuras 8 A e B, e 9 A e B).

It consisted of a lower part of plastic mesh, with the trap sides and top comprised of polyamide (PA) cloth. The initial 'sanga' model lacked the required tension and rigidity for the trap's entry. This too-flexible entry type would result in lobsters avoiding the trap's one-way entrance. In response, a flexible one-way entrance was built, comprised only of the PA cloth with a structure that, after assembly, the fisher could adjust to give the desired degree of rigidity by stretching the entrance using a PA thread and tying it to the Eco-trap structure. The second version of this one-way entrance is called Sanga Type 2 (Figures 8A and B, and 9A and B).

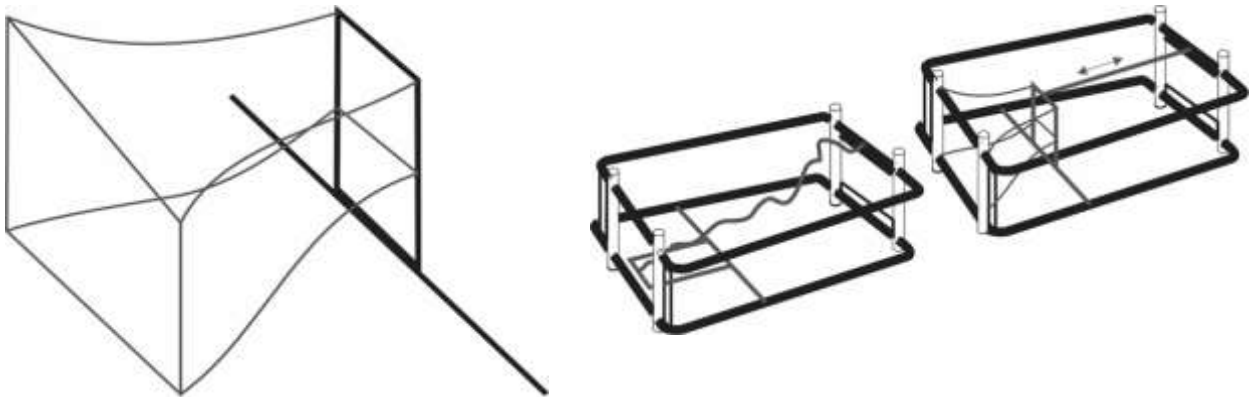


Figura 8. Esboço de um Eco-covo projetado com uma entrada unidirecional ‘Sanga Tipo 2’, desmontável, feita de malha plástica e revestimento de poliamida. A) A entrada unidirecional; B) A Eco-covo com a entrada unidirecional desmontada (esquerda) e a entrada unidirecional montada e tensionada (direita).

Figure 8. Sketch of an Eco-trap designed with a one-way entrance ‘Sanga Type 2’, detachable, made of plastic mesh and polyamide covering. A) The one-way entrance; B) The Eco-trap with the one-way entrance dismantled (left) and the one-way entrance assembled and tensioned (right).

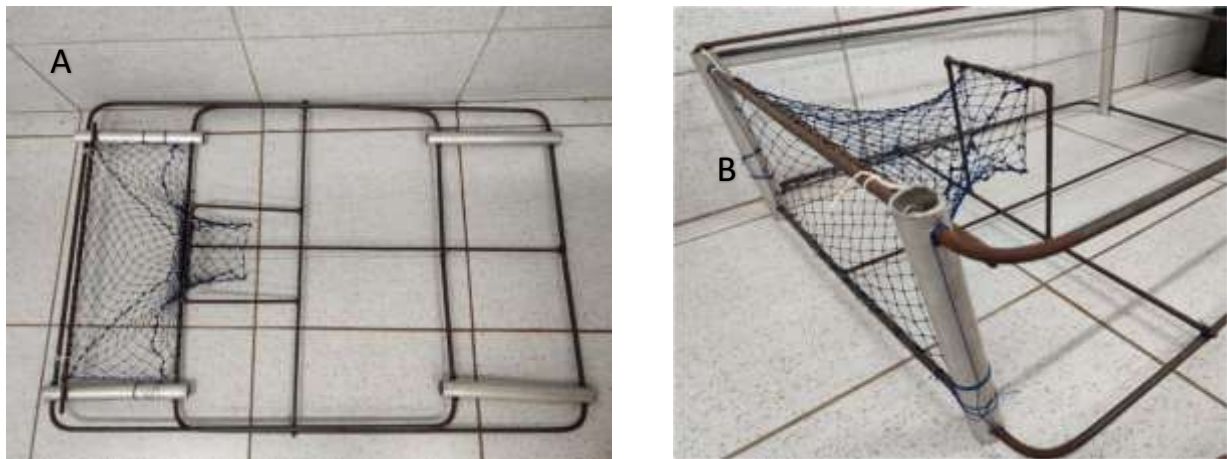


Figura 9. Eco-covo projetado com entrada unidirecional ‘Sanga Tipo 2’, desmontável, feito com panagem de multifilamento de poliamida. A) Eco-covo com a sanga desmontada; B) Eco-covo com a sanga montada.

Figure 9. Eco-trap is designed with a one-way entrance, ‘Sanga Type 2’, detachable, and is made of cloth and polyamide covering. A) Eco-trap dismantled; B) Eco-trap assembled.

Um outro desafio fundamental do projeto no desenvolvimento da armadilha foi decidir onde colocar o Dispositivo Anti-Pesca Fantasma (DAPF)

A key challenge in the trap design was deciding where to place the AGFD in the iron frame structure. The initial concept of the Eco-trap was a detachable

na estrutura da armação de ferro. O conceito inicial do Eco-covo consistiu em uma armadilha destacável com janelas de exclusão e um DAPF no painel traseiro, fixado com material biodegradável para evitar a pesca fantasma. Como mostrado na Figura 10, no entanto, isso poderia resultar, segundo os pescadores, na quebra dos fios biodegradáveis durante o içamento do Eco-covo, com a abertura do painel e subsequente perda da captura.

trap with exclusion windows and an Anti-Ghost Fishing Device (AGFD) on the back panel, fixed with biodegradable material to avoid ghost fishing. As is shown in Figure 10, however, this resulted in the biodegradable threads breaking during hauling, with the panel opening and subsequent loss of catch.

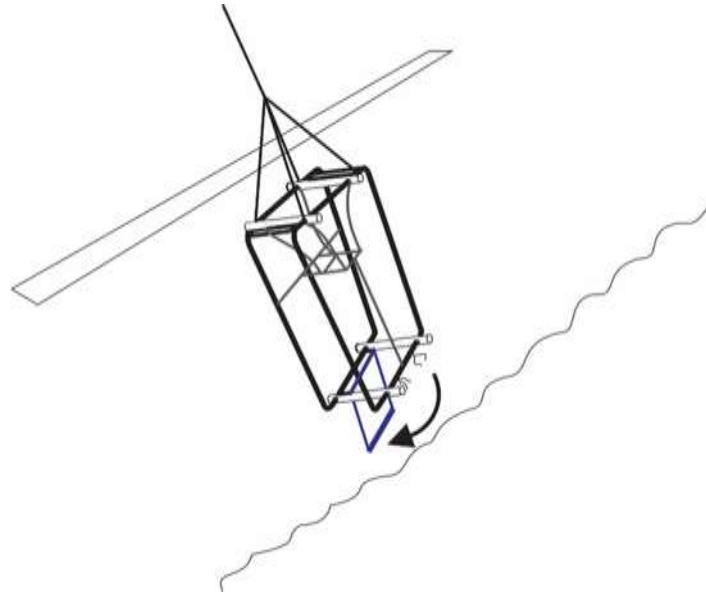


Figura 10. Diagrama mostrando a abertura do painel do Dispositivo Anti-Pesca Fantasma (DAPF) inferior, ilustrando o que ocorreria se os materiais biodegradáveis quebrassem durante o içamento dos Eco-covos a bordo de uma embarcação.

Figure 10. Diagram showing the opening of the bottom AGFD panel, illustrating what would occur if the biodegradable materials were to break during lifting the Eco-traps onboard a vessel.

Duas modificações foram testadas para a colocação do DAPF: 1) colocar o dispositivo no painel lateral (Figura 11) e 2) colocar o dispositivo no painel frontal (Figura 12). Dois problemas surgiram após o projeto do painel lateral: 1) observou-se que a barra de ferro do DAPF era muito grande, sendo necessário aumentar o tamanho do covo; e 2) os painéis laterais sofrem uma maior tensão durante o fechamento da armadilha, o que pode interferir no funcionamento eficaz do dispositivo. Discussões com pescadores revelaram que a opção do painel frontal era a modificação preferida, pois mesmo que o painel abrisse durante a recuperação da armadilha, não haveria risco de perder a captura devido à sua posição (Figura 12). Essa foi a solução mais eficiente, uma vez que as barras de ferro do DAPF foram colocadas na parte superior da entrada, fixadas à estrutura da Eco-covo com o material biodegradável que estava sendo testado, algodão ou sisal. Ao posicionar a barra de ferro dessa forma, quando o fio biodegradável se rompe, a parte superior da entrada se abre, junto com a 'sanga', não permitindo mais a captura de peixes e

Two modifications were tested for the AGFD placement: 1) placing the AGFD on the side panel (Figure 11) and 2) placing the AGFD on the front panel (Figure 12). Two problems arose following the side-panel design: 1) the iron rebar of the AGFD was observed to be too large, with the need to enlarge the size of the Eco-trap in response; and 2) the Eco-trap side panels experience the highest stress when closing the trap, which can interfere with the effective functioning of the AGFD. Discussions with fishers revealed that the front panel option was the preferred modification because even if the panel were to open during trap retrieval, there would be no risk of losing the catch due to its position (Figure 12). The AGFD's iron rebar was embedded in the upper part of the entrance and fixed to the Eco-trap structure with the biodegradable material under testing, either cotton or sisal. By positioning the iron rebar in this way, when the biodegradable thread breaks, the upper part of the entrance will open, along with the 'sanga', no longer allowing fish and crustaceans to be captured, and stopping the ghost fishing process

crustáceos, e outras espécies não alvo, e interrompendo o processo de pesca fantasma (Figura 12). No entanto, usando os mesmos princípios, em que o peso da barra de ferro também acelera o rompimento do material biodegradável.

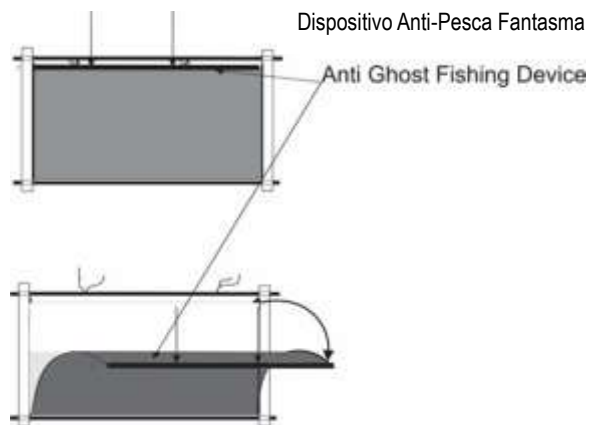


Figura 11. Dispositivo Anti-Pesca Fantasma – DAPF é colocado no painel lateral, abrindo-se quando o fio biodegradável é rompido.

Figure 11. Anti-Ghost Fishing Device – AGFD is placed in the lateral panel, opening when the biodegradable thread is broken.

Experimentos de Mergulho e de Pesca

O projeto testou o desempenho dos Eco-covos por meio de dois experimentos: um experimento de mergulho, que envolveu o monitoramento das estruturas colocadas no fundo do mar que não eram caracterizadas como armadilhas (ou seja, incluíam apenas a estrutura de ferro sem painéis, para testar os componentes biodegradáveis sem qualquer atividade pesqueira); e um experimento de pesca, com os 75 covos na pesca artesanal. O experimento de mergulho durou 9 meses, de maio/2023 a janeiro/2024, enquanto os experimentos de pesca foram conduzidos ao longo de 4 meses, de julho a outubro. O menor período de tempo para o experimento de pesca foi resultado da temporada de pesca de lagosta fechada em 2023, imposta pelo Governo Brasileiro para começar em 1º de novembro e durar até 30 de abril/2024.

Cem Eco-covos foram construídos, ao total, para os experimentos. Destes, vinte e cinco foram monitorados e avaliados por mergulhadores no que se refere à pesca fantasma (somente as estruturas). Nos experimentos de mergulho, os mergulhadores observaram, monitoraram e documentaram como a estrutura do dispositivo funciona sob condições ambientais locais, especificamente em relação ao tempo total necessário para que os fios biodegradáveis de algodão e/ou sisal empregados se rompam. Os setenta e cinco Eco-covos restantes

(Figura 12). However, using the same principles, the rebar also accelerates the breakdown of the biodegradable material.

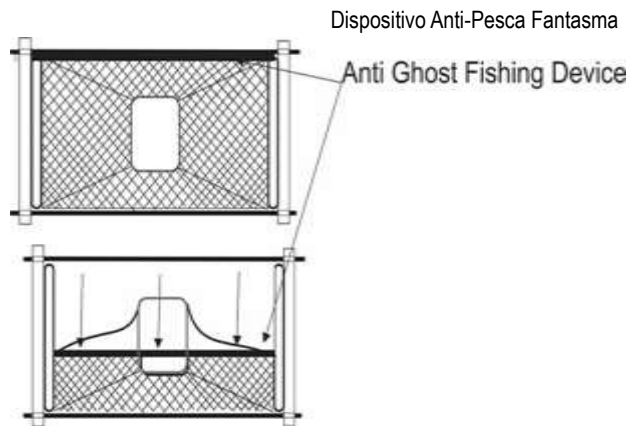


Figura 12. Dispositivo Anti-Pesca Fantasma - DAPF é colocado no painel frontal, abrindo-se quando o fio biodegradável é rompido.

Figure 12. Anti-Ghost Fishing Device – AGFD is placed on the front panel, opening when the biodegradable thread is broken.

Diving and Fishing Experiments

The project tested the performance of the Eco-traps through two experiments: a diving experiment, which concerned monitoring the Eco-trap structures placed at the bottom of the sea which were not a real trap (only included the iron structure without panels to test the biodegradable components without any fishing activity); and a fishing experiment, following artisanal fishery daily activities. The diving experiment lasted 9 months from May/2023 to January/2024, whilst the fishing experiments were conducted over 4 months, from July to October. The shorter time frame for the fishing experiment was a result of the closed lobster fishing season in 2023 imposed by the Brazilian Government to begin on November 1st and lasting until April 30th / 2024.

One hundred Eco-traps were constructed in total for the experiments. Of these, twenty-five were monitored and assessed by divers for ghost fishing. In the diving experiments, divers observed, monitored and documented how the device structure works under local environmental conditions, specifically regarding the total time required for the biodegradable cotton and/or sisal yarns employed in the AGFD to break. The remaining seventy-five Eco-traps were tested in the fishing experiments to determine how effectively the Eco-traps fish under normal fishing

foram testados nos experimentos de pesca para determinar quão efetivamente pescam sob atividades normais de pesca, em comparação com as armadilhas de madeira comumente usadas por pescadores artesanais de lagosta locais. Barcos de lagosta licenciados foram identificados e os proprietários dos barcos e membros da tripulação foram questionados se eles estavam dispostos a colaborar, com a assistência do representante da associação de pesca relevante.

Experimentos de Mergulho

Este experimento com as estruturas simulou armadilhas perdidas deixadas no mar, e foram monitoradas por mergulhadores para observar o tempo de degradação dos diferentes materiais biodegradáveis (ou seja, fios de algodão e sisal e o número de nós (para fixação dos DAPF) empregados para cada material), bem como a deterioração da estrutura de ferro. Os vinte e cinco Eco-covos empregados nos experimentos de mergulho foram construídos apenas com a estrutura de ferro e com materiais biodegradáveis, sem painéis, para evitar qualquer atividade de pesca. Essas estruturas foram posicionadas a 21m de profundidade, a uma distância de 6 milhas da costa de Pernambuco, nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude S 08°02'54,2" e longitude W 034°46'41,6". Seguiu as atividades de monitoramento dos materiais biodegradáveis e observação de incrustação de organismos e algas nas estruturas. As observações de mergulho foram originalmente planejadas para ocorrer a cada dois meses. Entretanto, não foi possível devido às más condições climáticas e, portanto, só foram possíveis apenas 6 mergulhos nos 6 meses definidos para a temporada de pesca da lagosta.

Cada armadilha (estrutura) inclui um número diferente de nós de fixação dos DAPF, usados com os materiais biodegradáveis para fixar a barra de ferro do DAPF no painel da estrutura. As estruturas dos Eco-covos foram etiquetadas com as seguintes informações: data, o número de nós empregados para o material usado e a abreviação "AN" para fio de algodão (Figura 13) e "SN" para fio de sisal (Figura 14).

activities, compared to the wooden traps commonly used by local artisanal lobster fishers. Licensed lobster boats were appointed, and the boat owners and crew members were asked their willingness to collaborate, with assistance from the relevant fishing association representative.

Diving Experiments

This experiment simulated lost traps left in the sea, with the traps monitored by divers to observe the degradation time of the different biodegradable materials (i.e., cotton and sisal twines and the number of knots employed for each material), as well as the deterioration of the iron structure. The twenty-five Eco-traps employed in the diving experiments were constructed only with the iron structure and AGFD with biodegradable materials, without panels, to avoid any fishing activity. These structures were positioned at 21m depth, at a distance of 6 miles off the Pernambuco coast, at the following geographic coordinates: Latitude S 08°02'54,2" and longitude W 034°46'41,6"; and following the activities of monitoring the biodegradable materials and observation of incrustation by organisms and algae on the structures. Diving observations were originally planned to occur every other month. Nevertheless, due to bad weather conditions, only 6 diving observations were conducted, according to each of the 6 months defined for the lobster fishery season.

Each trap included a different number of knots used for the biodegradable materials to fix the iron rebar of the AGFD's panel to the iron structures. Eco-traps were labelled with the following information: date, the number of knots employed for the biodegradable material used, and the abbreviation "AN" for cotton yarn (Figure 13) and "SN" for sisal twine (Figure 14).

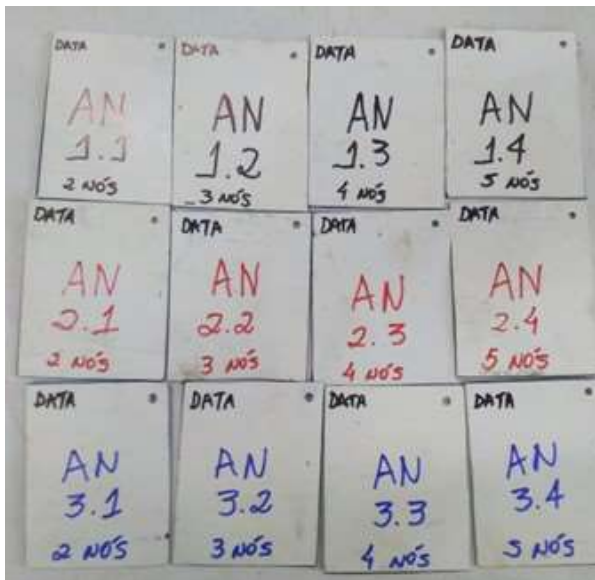


Figura 13. Etiquetas para identificar o número de nós empregados no material biodegradável de fio de algodão.

Figure 13. Labels identifying the number of knots employed for the cotton yarn biodegradable material.

Os códigos de identificação do projeto (ou seja, números AN e SN) foram colocados nas armadilhas ecológicas para evitar roubo e depredação. Cada número de nós (2, 3, 4 e 5) foi repetido três vezes (Figura 15). O número de nós foi repetido em uma ordem lógica, usando os códigos 1.1, 1.2, 1.3 e 1.4 para representar, respectivamente, 2, 3, 4 e 5 nós. As armadilhas foram divididas em 4 grupos de 6 com base no número de material biodegradável e número associado de nós fixando o painel à estrutura (2, 3, 4 e 5 nós) (Figura 15).

A Figura 16 ilustra um Eco-covo com quatro nós de fio de algodão, com a barra de ferro servindo como a principal distinção entre o painel equipado com o DAPF e o que não tem. A imagem transmite que, uma vez que o fio de algodão se degrada, a barra de ferro fará com que o painel caia e se abra, o que não é possível para o painel sem o DAPF, conforme indicado na figura apropriada.

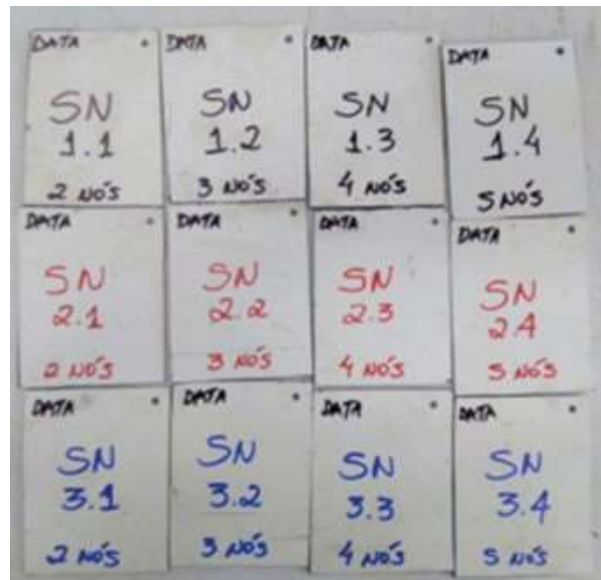


Figura 14. Etiquetas para identificar o número de nós empregados no material biodegradável de fio de sisal.

Figure 14. Labels identifying the number of knots employed for the sisal twine biodegradable material.

The project identification codes (i.e., AN and SN numbers) were placed on the Eco-traps to avoid theft and depredation. Each number of knotted nodes (2, 3, 4 and 5) was repeated three times (Figure 15). The number of knots was repeated in a logical order, using the codes 1.1, 1.2, 1.3 and 1.4 to represent, respectively, 2, 3, 4 and 5 knots. The Eco-traps were divided into 4 groups of 6 based on the number of biodegradable material and the associated number of knots fixing the panel to the frame (2, 3, 4 and 5 knots) (Figure 15).

Figure 16 illustrates an Eco-trap featuring four knots of cotton yarn, with the iron rebar serving as the primary distinction between the panel equipped with the AGFD and the one without. The image conveys that once the cotton yarn degrades, the iron rebar will cause the panel to drop and collapse, a process not possible for the panel lacking the AGFD, as indicated in the appropriate figure.

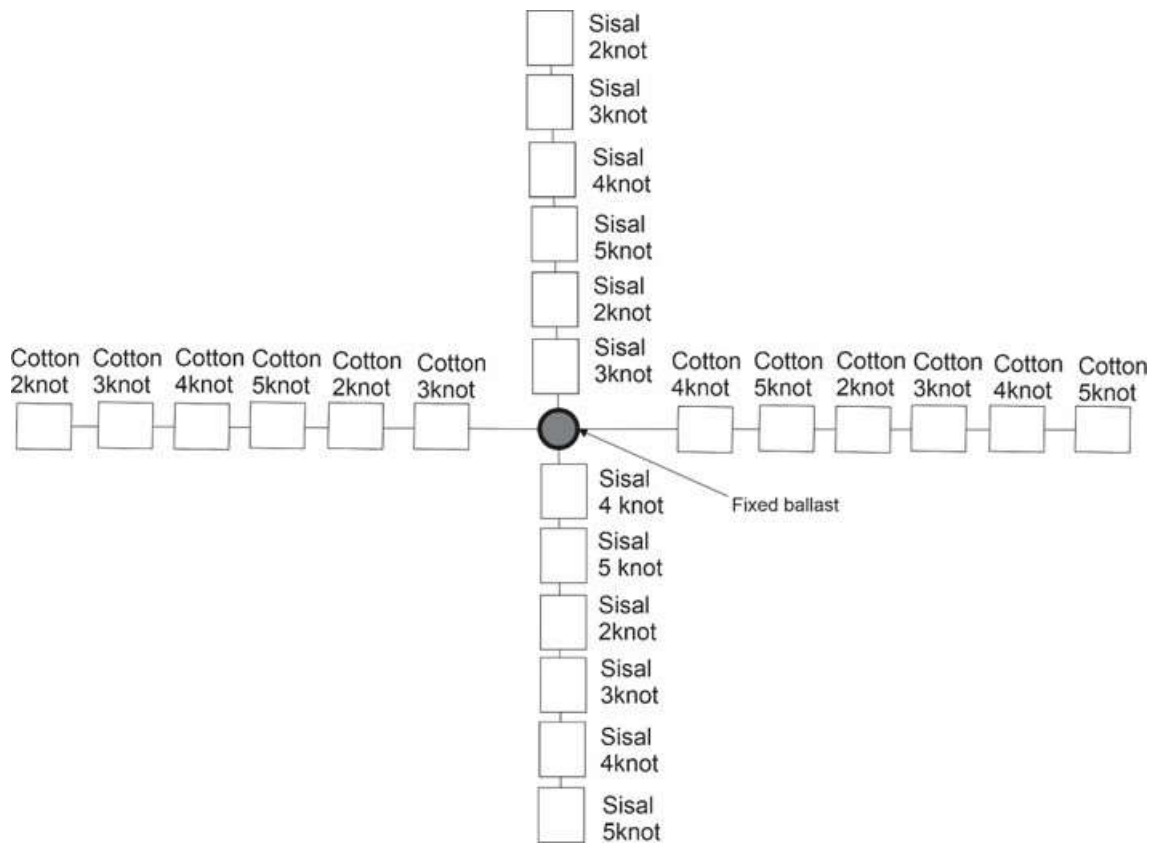


Figura 15. Distribuição das estruturas Eco-covos com seus respectivos materiais biodegradáveis e números de nós para o Dispositivo de Anti-Pesca Fantasma (DAPF) no fundo do mar.

Figure 15. Distribution of Eco-trap structures with their respective biodegradable materials and numbers of knots for the Anti-Ghost Fishing Device (AGFD) on the seabed.

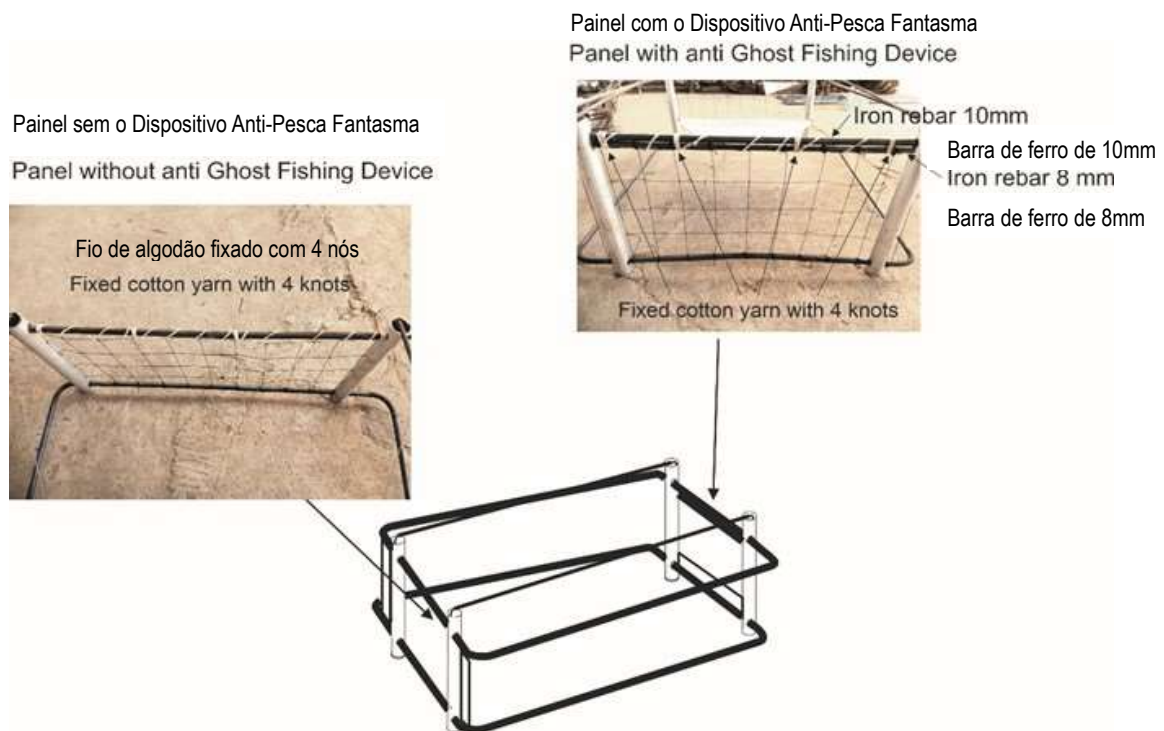


Figura 16. Exemplo de um Eco-covo com quatro nós de fio de algodão.

Figure 16. Example of an Eco-trap with four knots of cotton yarn.

Experimento de Pesca

Visitas de campo às organizações locais de pesca de lagosta foram realizadas visando garantir a participação da comunidade e a adesão ao Projeto. Os experimentos de pesca visaram disseminar a tecnologia do Dispositivo Anti-Pesca Fantasma (DAPF), trabalhar com o maior número possível de pescadores e obter a eficiência no uso do Eco-covo, concentrando-se em alguns barcos para ter mais controle sobre os dados. Pescadores e membros da comunidade foram apresentados ao projeto, incluindo o DAPF, e sobre a intenção de conduzir experimentos de pesca. O teste com os Eco-covos foi dividido entre 8 pescadores, 6 de Brasília Teimosa e 2 de Barra de Sirinhaém, para aumentar a conscientização sobre essas armadilhas alternativas e sua funcionalidade. Uma variedade de pequenos barcos foi usada pelos pescadores, variando de jangadas, com aproximadamente 5 m de comprimento, a barcos de madeira com 10 m de comprimento.

Essas visitas de campo também criaram oportunidades de aprender com as organizações de pesca sobre quaisquer condições locais relevantes que pudessem afetar o cumprimento do projeto. As metas e os objetivos foram explicados aos representantes dos pescadores, com materiais do projeto disseminados para aumentar a conscientização sobre as atividades do projeto, visto que um dos objetivos foi divulgar o Dispositivo Anti-Pesca Fantasma (DAPF). Um reflexo do sucesso com que a Colônia de Pescadores Z-1 recebeu a reunião pode ser visto por meio de suas mídias sociais, como o Instagram Colônia Z-1 do Pina: “No dia 20 de abril de 2023, foi realizada uma reunião para discutir a pesca fantasma por meio do Projeto Eco-covo, com a participação dos Engenheiros de Pesca Vanildo Souza de Oliveira e Sérgio Mattos” (Figura 17).

A Figura 18 mostra fotos o registro da reunião realizada na Colônia de Pescadores Z-06, de Barra de Sirinhaém. O objetivo principal do experimento foi monitorar e avaliar a eficiência de captura do Eco-covo durante atividades regulares de pesca artesanal, bem como rastrear o tempo total necessário para que os fios de algodão e/ou sisal usados no dispositivo se rompam.

Fishing Experiment

Field visits to local lobster fishing organizations were undertaken to ensure community participation and buy-in to the Eco-trap Project. The fishing experiments aimed to disseminate the Eco-trap technology, to work with as many fishers as possible, and to obtain the Eco-traps' efficiency, concentrating on a few boats to have more control over the data. Fishers and community members were introduced to the project, including the Anti-Ghost Fishing Device (AGFD), and the fishing organizations were informed about the intention to conduct fishing experiments. Testing of the Eco-traps was split among 8 fishers, 6 from Brasília Teimosa and 2 from Barra de Sirinhaém, to raise awareness of these alternative gears and their functionality. A variety of small boats were used by the fishers, ranging from rafts – approximately 5m in length – to 10 m-long wooden boats.

These field visits also created opportunities to learn from the fishing organizations about any relevant local fishery conditions that might affect the project's fulfilment. The project goals and objectives were explained to the fishers' representatives, with project materials disseminated to raise awareness around project activities, given that one of the objectives was to publicize the Anti-Ghost Fishing Device (AGFD). A reflection of how successfully the Colônia de Pescadores Z-1 welcomed the meeting can be seen through their social media, such as the Instagram of Colônia Z-1 do Pina: “On April 20, 2023, a meeting to discuss ghost fishing was held through the Eco-trap Project, featuring the Fishery Engineers Vanildo Souza de Oliveira and Sérgio Mattos” (Figure 17).

Figure 18 shows the meeting register held in the Colônia de Pescadores Z-06, from Barra de Sirinhaém. The primary objective of the experiment was to monitor and assess the catch efficiency of the Eco-trap during regular artisanal fishing activities, as well as to track the total time required for cotton and/or sisal yarns used in the AGFD to break.

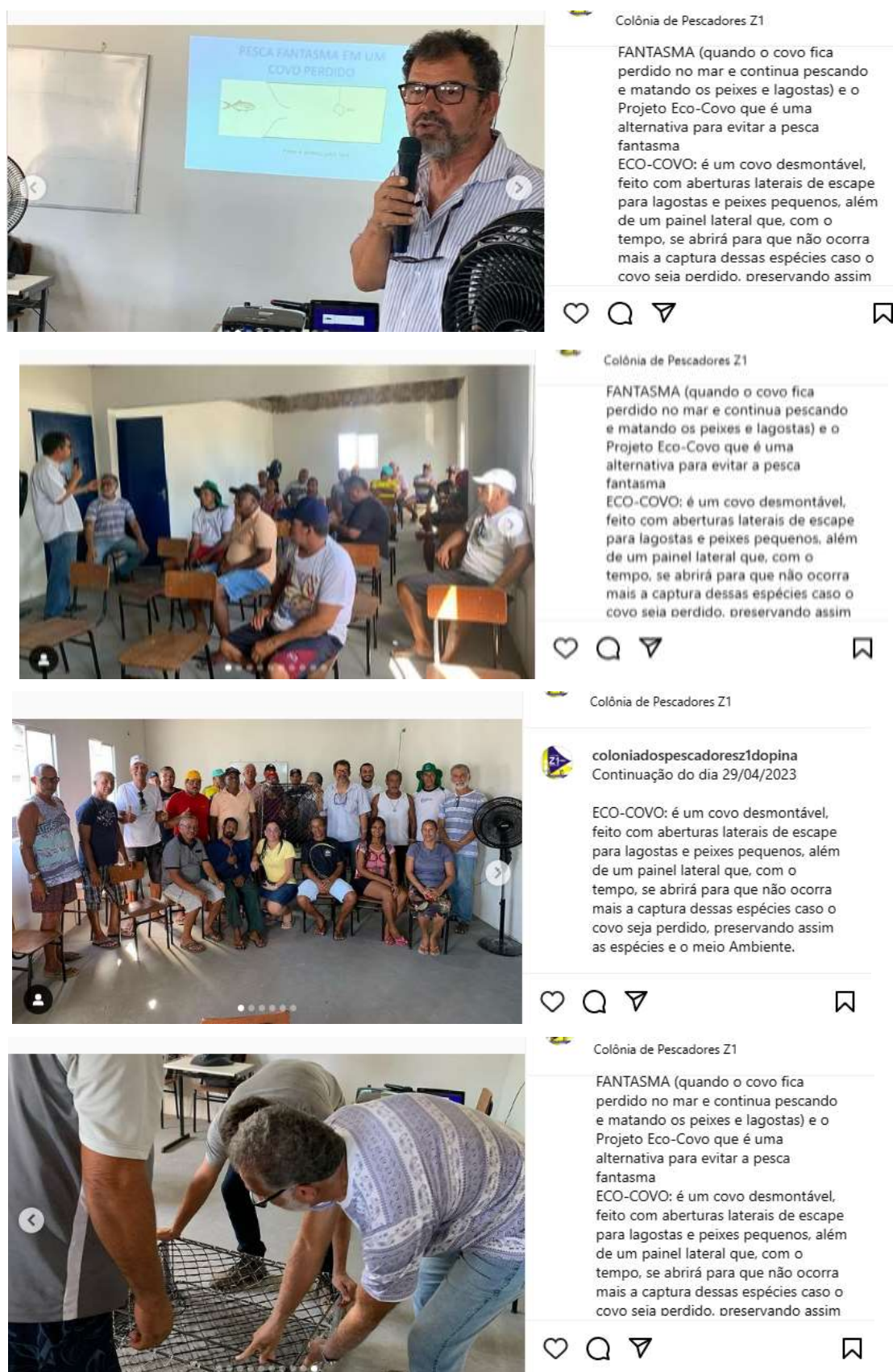


Figura 17. Mostra dos trabalhos na rede social Instagram da Colônia de Pescadores Z-1 do Pina, Recife/PE.

Figure 17. Exhibition of works in the Social media Instagram of Colônia de Pescadores Z-1 located in Pina, Recife/PE.



Figura 18. Fotos do encontro realizado na Colônia de Pescadores Z-06 de Barra de Sirinhaém, Sirinhaém/PE.

Figure 18. Photos of the meeting held in the Colônia de Pescadores Z-06 from Barra de Sirinhaém, Sirinhaém/PE.



Resultados e Discussão

Envolvimento da comunidade pesqueira

Durante janeiro e fevereiro de 2023, visitas de planejamento para entregar resultados resumidos do projeto em português em materiais de disseminação foram planejadas em comunidades pesqueiras costeiras ao longo da costa do estado de Pernambuco, considerando: comunidades pesqueiras visitadas onde ocorrem pescarias com armadilhas para lagosta; e/ou associações de pescadores de lagosta; números de pescadores (desagregados por gênero) envolvidos na pesca de lagosta; e autoridades governamentais locais interessadas em acompanhar o projeto Eco-covo. No entanto, após essa atividade inicial, só foi possível trabalhar com

Results and Discussion

Fishing community engagement

During January and February of 2023, planning visits to deliver summarized project results in Portuguese into dissemination materials were planned in coastal fishing communities along the Pernambuco state coast, considering: fishing communities visited where lobster trap fisheries occur; existing fishery guilds and/or associations for lobster fishers; numbers of fishers (gender disaggregated) engaged in the lobster fishery; and local government authorities interested in following the Eco-trap project. Nevertheless, following this inception activity, it was only possible to work with the two small-scale fishers' associations prior indicated in the project proposal: Colônia de

as duas associações de pescadores de pequena escala previamente indicadas na proposta do projeto: Colônia de Pescadores Z-1 de Brasília Teimosa e Colônia de Pescadores Z-6 de Barra de Sirinhaém.

Em cada comunidade pesqueira escolhida, as metas e objetivos do projeto foram explicados aos representantes dos pescadores, com atividades de conscientização e disseminação de materiais. Informações básicas para o público incluíam explicações sobre a pesca fantasma, um novo termo que a maioria desconhecia e as principais causas de danos da pesca fantasma (Tabela 1), a saber:

- ✓ Qualquer equipamento de pesca descartado, perdido ou abandonado no ambiente marinho é caracterizado como "Pesca fantasma".
- ✓ Este equipamento de pesca continua a pescar, enredar e capturar animais, potencialmente matando a vida marinha, sufocando habitats e agindo como um risco à navegação.
- ✓ Equipamentos de pesca abandonados, como redes ou armadilhas, são um dos principais tipos de detritos que impactam o ambiente marinho.

Tabela 1. Principais causas de danos da pesca fantasma.

Table 1. The main ghost fishing causes of damage.

Perda econômica para o pescador Economic loss for the fisher	✓ Perda de material de pesca ✓ Peixes e lagostas que seriam capturados e gerariam renda serão fígados pelo equipamento perdido e morrerão ✓ Material loss ✓ Because fish and/or lobster that would be caught to generate income will get trapped and die
Danos aos estoques pesqueiros Damage to fishing stocks	✓ Provoca a morte de muitas espécies por longos período de tempo, comprometendo a sustentabilidade da atividade pesqueira
Danos ao meio ambiente: mares e oceanos Damage to the environment: seas and oceans	✓ O ambiente Marinho irá receber todo o material perdido e degradado (sintéticos), que se tornam lixo ✓ The marine environment will receive all degraded material (synthetics), which turns into waste ✓ Because it kills many species for a long time, compromising the sustainability of the fishing activity

Experimento de Mergulho

Observações dos Testes das Estruturas de Eco-covos no Fundo do Mar

Após seis meses, os Eco-covos com os fios de algodão e sisal fixados com dois e três nós fixados à barra de ferro do DAPF se romperam, provando assim sua funcionalidade (Figura 19).

Pescadores Z-1 de Brasília Teimosa and Colônia de Pescadores Z-6 de Barra de Sirinhaém.

In each chosen fishing community, project goals and objectives to fishers' representatives were explained, conducting awareness-raising activities and materials dissemination. Basic information to the audience included explanations around ghost fishing, a new term which most of them had never heard of before, and the main ghost fishing causes of damage (Table 1), namely:

- ✓ Any discarded, lost or abandoned fishing equipment in the marine environment is characterized as "Ghost fishing".
- ✓ This fishing gear continues to fish, ensnare and trap animals, potentially killing marine life, smothering habitats and acting as a hazard to navigation.
- ✓ Abandoned fishing equipment, such as nets or traps, is one of the main types of debris impacting the marine environment today.

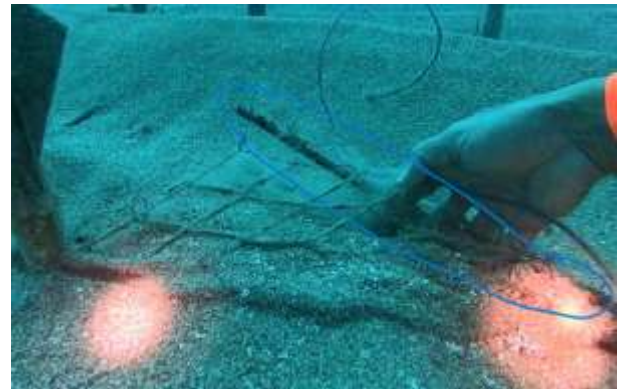
Diving Experiments

Observations of the Trial Eco-traps Structures at the Bottom of the Sea

After six months, the Eco-traps with the cotton and sisal threads fixed with two and three knots to the iron rebar in the AGFD were found to have broken, thus proving the functionality of the AGFD (Figure 19).

Figura 19. Observação de mergulho do funcionamento do Dispositivo Anti-Pesca Fantasma (DAPF) na estrutura do Eco-covo usando 2 e 3 nós para fixar o painel, mostrando que os fios biodegradáveis, tanto de sisal quanto de algodão, quebraram após 6 meses na água.

Figure 19. Diving observation of the Eco-trap AGFD functioning using 2 and 3 knots to fix the panel showing that the biodegradable threads, both sisal and cotton, broke after 6 months in the water.



Foram necessários 9 meses, no entanto, para os fios de algodão e sisal fixados com quatro e cinco nós se rompessem das barras de ferro em seus respectivos DAPF (Figuras 20 e 21). Essas são observações importantes em relação às preocupações ambientais porque, após esses períodos de 6 a 9 meses, as armadilhas perdidas não realizarão mais a pesca fantasma. No entanto, os dispositivos com quatro e cinco nós podem ser mais viáveis aos pescadores, pois aumentam o tempo de substituição necessário para os fios biodegradáveis.

It took 9 months, however, for the cotton and sisal threads fixed with four and five knots to break away from the iron rebars in their respective AGFDs (Figures 20 and 21). These are important observations regarding environmental concerns because, after these 6 to 9-month periods, the lost traps will no longer carry out ghost fishing. However, the devices with four and five knots may be more viable for fishers as they increase the replacement time required for the biodegradable threads.

Figura 20. Observação de mergulho do Dispositivo Anti-Pesca Fantasma (DAPF) na estrutura do Eco-covo funcionando usando 4 e 5 nós para fixar o painel, mostrando os painéis ainda fixados após sete meses.

Figure 20. Diving observation of the Eco-trap AGFD functioning using 4 and 5 knots to fix the panel, showing the panels still fixed after seven months.



Figura 21. Observação de mergulho do funcionamento do Dispositivo Anti-Pesca Fantasma (DAPF) no Eco-covo usando 4 e 5 nós para fixar o painel, mostrando que os fios biodegradáveis, tanto de sisal quanto de algodão, quebraram após 9 meses na água.

Figure 21. Diving observation of the Eco-trap AGFD functioning using 4 and 5 knots to fix the panel, showing that the biodegradable threads, both sisal and cotton, broke after 9 months in the water.



Os resultados do monitoramento nos experimentos de mergulho provaram a eficiência do DAPF. A Tabela 2 mostra o número de estruturas com o dispositivo fixado com 2, 3, 4 e 5 nós, que incluíam 12 fixadas com sisal e 12 fixadas com fios de algodão. Após sete meses, apenas 19 das 24 estruturas originais foram encontradas (Tabela 3), portanto com a perda de 5 (estruturas) Eco-covos.

The results of the monitoring in the diving experiments proved the efficiency of the AGFD. Table 2 shows the number of structures with AGFDs fixed with 2, 3, 4 and 5 knots, which included 12 fixed with sisal and 12 fixed with cotton threads. After seven months only 19 of the original 24 structures were found (Table 3), with 5 Eco-traps lost. This included the identification and recovery of

Isso incluiu a identificação e recuperação de 11 dos 12 AGFDs fixados com sisal e 8 dos 12 fixados com algodão. Dos 5 Eco-covos perdidos, o painel de um foi fixado com fio de sisal com 4 nós, e os 4 restantes foram fixados com fio de algodão, sendo 2 com 4 nós e 2 com 5 nós (Tabela 4). Não foi possível determinar a(s) causa(s) da perda, se elas foram roubadas ou levadas por fortes correntes. Infelizmente, é de se esperar a perda de equipamentos durante experimentos em mar aberto.

11 of the 12 AGFDs fixed with sisal and 8 of the 12 fixed with cotton. Of the 5 Eco-traps that were lost, one of the AGFDs was fixed with sisal thread with 4 knots, and 4 were fixed with cotton thread, 2 with 4 knots and 2 with 5 knots (Table 4). It was not possible to determine the cause(s) of loss, such as if they were stolen or carried away by strong currents. Unfortunately, losing equipment while experimenting in the open sea is to be expected.

Tabela 2. Número de Eco-covos com Dispositivo Anti-Pesca Fantasma (DAPF) fixados com 2, 3, 4 e 5 nós, sendo 12 fixadas com fio de sisal e 12 com fio de algodão.

Table 2. Number of Eco-traps with AGFDs fixed with 2, 3, 4 and 5 knots, 12 of which were fixed with sisal thread and 12 with cotton thread.

Número de nós Number of knots	Fio de Sisal Sisal Thread	Fio de Algodão Cotton Thread	Total de Eco-covos lançados Total Eco-traps placed
2	3	3	6
3	3	3	6
4	3	3	6
5	3	3	6
TOTAL	12	12	24

Tabela 3. Eco-covos encontrados após 7 meses de experimentos de mergulho, com Dispositivo Anti-Pesca Fantasma (DAPF) fixados com 2, 3, 4 e 5 nós usando fios de sisal e algodão.

Table 3. Found Eco-traps after 7 months of the diving experiments, with AGFDs fixed with 2, 3, 4 and 5 knots using sisal and cotton threads.

Número de nós Number of knots	Fio de Sisal Sisal Thread	Fio de Algodão Cotton Thread	Número total de Eco-covos encontrados após 7 meses Total number of Eco-traps found after 7 months
2	3OP	1OP	4
3	2OP	3OP	5
4	3CL	3CL	6
5	3CL	1CL	4
TOTAL	11	8	19

AGFD Panel Observation: OP = Open (collapsed), CL = Closed (still fixed)

Tabela 4. Eco-covos perdidos após 7 meses de experimento, com Dispositivo Anti-Pesca Fantasma (DAPF) fixados com 2, 3, 4 e 5 nós usando fios de sisal e algodão.

Table 4. Lost Eco-traps after 7 months of the experiment, with AGFDs fixed with 2, 3, 4 and 5 knots using sisal and cotton threads.

Número de nós Number of knots	Fio de Sisal Sisal Thread	Fio de Algodão Cotton Thread	Número total de Eco-covos encontrados após 7 meses Total number of Eco-traps lost after 7 months
2			0
3			0
4	1	2	3
5		2	2
Total lost after 7 months	1	4	5

Todos os 9 Eco-covos com os dispositivos fixados com 2 e 3 nós foram encontrados com os painéis abertos, 5 dos quais foram fixados com fios de sisal e 4 com fios de algodão. Dois dos 12 Eco-covos com DAPF fixados com 4 e 5 nós (6 com sisal

All 9 with AGFDs fixed with 2 and 3 knots collapsed with the panels opened, 5 of which were fixed with sisal threads and 4 with cotton threads. Two of the 12 Eco-traps with AGFDs fixed with 4 and 5 knots (6 with sisal and 6 with cotton) were lost.

e 6 com algodão) foram perdidos. Os demais 10 Eco-covos, fixados com 4 e 5 nós, destes 6 foram fixados com fio de sisal e 4 com fio de algodão. Todas esses Eco-covos mantiveram seus painéis fixos após esses 7 meses, rompendo somente após 9 meses.

Experimentos de Pesca

Considerando os muitos dias de mau tempo entre junho e setembro de 2023, não foi possível identificar se a baixa produção geral de lagosta pelos Eco-covos monitorados em comparação com as tradicionais armadilhas de madeira para lagosta foi resultado da divisão entre muitos barcos (8) ou devido ao mau tempo. A Tabela 5 mostra os resultados obtidos durante os experimentos de pesca.

Of the remaining 8 Eco-traps with AGFDs fixed with 4 and 5 knots, 6 of these AGFDs were fixed with sisal thread and 4 with cotton thread. All of these Eco-traps maintained their fixed panels after these 7 months, only breaking after 9 months.

Fishing Experiments

Given the many days of bad weather between June and September 2023, it was not possible to identify if the overall poor lobster production by the Eco-traps monitored compared to the traditional wooden lobster traps was a result of splitting the Eco-traps monitored among many boats (8) or due to the bad weather. Table 5 shows the results obtained during the fishing experiments.

Tabela 5. Resultados obtidos durante os experimentos de pesca.

Table 5. Results obtained during the fishing experiment.

Pescador <i>Fisher</i>	Covos monitorados <i>Traps monitored</i>	Produção de Lagosta / Lobster Production					
		DAPF / AGFD: Sanga 1			DAPD / AGFD: Sanga 2		
		Mês(es) <i>Month(s)</i>	Viagem de Pesca 1 <i>Fishing Trip 1</i>	Viagem de Pesca 2 <i>Fishing Trip 2</i>	Mês <i>Month</i>	Viagem de Pesca 1 <i>Fishing Trip 1</i>	Viagem de Pesca 2 <i>Fishing Trip 1</i>
#1	4	Set. / Out. <i>Sep. / Oct.</i>	0	0			
#2	8	Setembro <i>September</i>	0	0	Outubro <i>October</i>	2 lagostas (triggerfish)	
#3*	14	Setembro <i>September</i>					
#4	20	Setembro <i>September</i>	3 lagostas	2 lagostas	Outubro <i>October</i>	5 lagostas 5 lobsters	4 lagostas 4 lobsters
#5**	5	Setembro <i>September</i>	0	0			
#6	5	Setembro <i>September</i>	0	0	Outubro <i>October</i>	0	0
#7	10	Setembro <i>September</i>	0	0	Outubro <i>October</i>	0	0
#8	8	Setembro <i>September</i>			Outubro <i>October</i>	1 lagosta 1 lobster	1 peixe recifal 1 reef fish
Sub-total	74						
Colônia Z- 1***	1	0	0	0	0	0	0
TOTAL****	75		3 Lagostas 3 Lobsters	2 Lagostas 2 Lobsters		6 Lagostas e 2 Peixes 6 Lobsters e 2 Fishes	4 Lagostas e 1 peixe recifal 4 Lobsters and 1 reef fish

As células escuras indicam que não ocorreu operação de pesca. O número "0" indica que os pescadores não houve captura com a Eco-armadilha / Dark cells mean that no fishing operation occurred. Number "0" means that fishers had no catch with the Eco-trap.

* As 14 Eco-armadilhas utilizadas pelo Pescador #3 foram perdidas / All 14 Eco-traps used by the Fisher #3 were lost.

** O Pescador #5 teve uma prancha de seu barco danificada em julho/2023 e não foi pescar durante a temporada de lagosta. / Fisher #5 had a board of his boat damaged in July/2023 and didn't go fishing during the lobster season.

*** Uma armadilha foi deixada com a Associação de Pescadores Colônia Z-1 como para demonstrações aos pescadores / One trap left the Fishers Association Colônia Z-1 for fishers' demonstrations.

**** No total foram capturadas 15 lagostas e 3 peixes / In total, 15 lobsters and 3 fish were caught.

Foram capturados 15 lagostas e 3 peixes, em 9 viagens de pesca. Nenhum teste estatístico foi possível devido ao pequeno tamanho da amostra. No entanto, todos os pescadores que aceitaram e participaram do projeto mencionaram que a captura de lagosta em 2023 foi muito baixa, mesmo com suas armadilhas de madeira tradicionalmente usadas. Vale mencionar, no entanto, que os primeiros testes com o Eco-covo confirmaram as observações do pescador considerando a melhoria tecnológica na entrada unidirecional "sanga". Usando o "Sanga tipo 1", um pescador que testou 20 Eco-covos capturou apenas 3% das lagostas em comparação com o número de lagostas capturadas por 20 armadilhas comumente usadas. Outro pescador, que lançou 5 Eco-covos em uma jangada menor, não capturou nenhuma lagosta. A captura de lagostas só foi possível quando um "Sanga tipo 2" foi usado. Portanto, para prosseguir, uma análise dos custos materiais para a construção do Eco-covo deve ser conduzida, pois eles são aproximadamente 30% maiores do que aqueles para o tradicional covo de madeira local. No entanto, é prematuro tirar conclusões sobre a viabilidade econômica e o impacto potencial sobre a pesca de pequena escala porque outros fatores, como custos de mão de obra para a construção do covo e a produção pesqueira necessária para justificar o novo investimento, ainda não foram examinados.

Em outubro de 2023, um pescador de lagosta envolvido no projeto, que trabalhou com 10 Eco-covos, informou que seu barco quebrou e que as armadilhas estavam na água sem isca. O monitoramento dessas armadilhas começou neste mesmo mês, contratando outro barco de pesca de pequena escala para observar por meio de operações de mergulho se algum painel fixado com materiais biodegradáveis havia colapsado/aberto e se os dispositivos haviam funcionado. Em 18 de janeiro de 2024, foi realizada a última observação de mergulho, quando se verificou que os fios biodegradáveis haviam rompido com o painel DAPF colapsando e abrindo em três Eco-covos (Figura 22).

Fifteen lobsters and three fish were caught in nine fishing trips. No statistical test was possible due to the small sample size. Nevertheless, all fishers who accepted and participated in the project mentioned that lobster catch in 2023 was very low, even with their traditionally used wooden traps. It is worth mentioning, however, that the early Eco-trap trials that confirmed the fisher's observations considering the technological improvement in the one-way entrance "sanga" (trap opening). Using "sanga type 1" a fisher who tested 20 Eco-traps only captured 3% of the lobsters compared to the number of lobsters caught by 20 commonly used traps. Another fisher, who launched 5 Eco-traps on a smaller raft, caught no lobsters at all. Lobsters capture was only possible when a "Sanga Type 2" was used. Therefore, in order to proceed, an analysis of the material costs for constructing the Eco-trap must be conducted, as they are approximately 30% higher than those for the traditional local wooden trap. However, it is premature to draw conclusions about the economic feasibility and potential impact on small-scale fisheries because other factors, such as labor costs for constructing the trap and the required fishing production to justify the new investment, have not yet been examined.

In October 2023, a lobster fisher engaged in the project, who worked with 10 Eco-traps in the water, informed us that his boat broke down and that the 10 Eco-traps were in the water without bait. Monitoring of these traps began in October by hiring another small-scale fishing boat to observe via diving operations whether any AGFD panels fixed with biodegradable materials had broken with the panels collapsed/opened and if the AGFDs had worked. On January 18, 2024, the last diving observation was undertaken, which found that the biodegradable materials had broken, with the AGFD panel collapsing and opening in three Eco-traps (Figure 22).



Figura 22. Posicionamento modificado do painel de abertura da armadilha “sanga tipo 2” do AGFD fixado com fios biodegradáveis, colocado na parte frontal do dispositivo, e o novo formato da moldura de entrada do dispositivo (sanga).

Figure 22. The modified positioning of the AGFD “sanga” trap opening panel fixed with biodegradable threads, placed in the front of the device, and the new device one-way entrance (sanga) frame shape.

Todas esses Eco-covos empregaram a entrada unidirecional da armadilha "sanga" modificada (discutida na seção Material e Métodos) com colocação na frente da armadilha. (Figura 23).

These Eco-traps all employed the modified “sanga” one-way entrance (discussed in Material and Methods section) with placement in the front of the trap. (Figure 23).

Figura 23. Dois Eco-covos com o DAPF funcionando e os fios rompidos. A primeira seta mostra a barra de ferro do dispositivo e a segunda é a entrada gerada pela abertura.

Figure 23. Two Eco-traps with the device open. The first arrow shows the iron rebar of the AGFD device, and the second is the input generated by the opening.



A observação final do mergulho também revelou que quando a barra de ferro no DAPF colapsa após a quebra dos fios biodegradáveis, o painel aberto permite que os peixes entrem e saiam evitando, assim, a pesca fantasma (Figuras 24 e 25).

The final dive observation also revealed that when the iron rebar in the AGFD collapses following breakage of the biodegradable sisal threads, the open panel allows fish to enter and exit, thus preventing ghost fishing (Figures 24 and 25).



Figura 24. Um peixe entra na abertura gerada pelo Dispositivo Anti-Pesca Fantasma (DAPF), mostrando que o Eco-covo não está mais pescando, evitando a pesca fantasma caso seja perdido.

Figure 24. A fish enters the opening generated by the Anti-Ghost Fishing Device (AGFD), showing that the Eco-trap is no longer fishing, avoiding ghost fishing when lost.



Figura 25. Um peixe nada ao redor do Eco-covo com o fio do Dispositivo Anti-Pesca Fantasma (DAPF) rompido, podendo entrar e sair livremente.

Figure 25. A fish swims around the Eco-trap with the broken Anti-Ghost Fishing Device (AGFD) wire, allowing it to enter and exit freely.

Essas armadilhas tinham os dispositivos fixados com fio de sisal em dois pontos (ou seja, 2 nós). A abertura em apenas três meses se dá pelo fato da barra de ferro da abertura da armadilha "sanga tipo 2" modificada na frente do Eco-covo exercer uma força para trás na abertura da sanga, forçando assim os fios de sisal biodegradáveis a quebrarem. Essas descobertas apoiam as descrições feitas na seção Experimento de Mergulho, acima, de que os tempos de abertura da sanga podem ser regulados aumentando ou diminuindo o número de nós no DAPF (ou seja, mais nós exigem mais tempo para os fios quebrarem, e menos nós exigem menos tempo para os fios quebrarem).

These traps had the devices fixed with sisal thread at two points (i.e., 2 knots). The collapse in just three months is because the iron rebar from the modified “sanga” opening at the front of the Eco-trap exerted a backward force on the sanga trap opening, thus forcing the biodegradable sisal threads to break. These findings support the findings outlined in the Diving Experiment section, above, that the sanga trap opening times can be regulated by increasing or decreasing the number of knots in the AGFD (i.e., more knots require more time for the threads to break, less knots require less time for the threads to break).

Condições do tempo durante o período do experimento de pesca

De junho a setembro de 2023, ventos e correntes marítimas muito fortes impediram a atividade de pesca de lagosta, incluindo a colocação dos Eco-covos para realizar os experimentos (Figura 26). Durante esse período, foram divulgadas recomendações contínuas da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) alertando a população local, incluindo aqueles que trabalham no ambiente marinho, como pescadores, sobre as más condições climáticas (Figura 27).



Figura 26. Foto tirada da costa mostrando o mau tempo e as condições do mar, que duraram de junho a setembro/2023.

Figure 26. Picture taken from the shore shows the bad weather and sea conditions, which lasted from June to September / 2023.

Um pescador tentou pescar e perdeu 14 Eco-covos (ver seção Experimento de Pesca), todas com o sistema DAPF, e outro teve seu barco danificado. Durante esse período foram registradas rajadas de vento que atingiram 18 nós, o que para uma embarcação artesanal torna as manobras no mar muito perigosas.

Considerações Finais

A funcionalidade e eficiência do Dispositivo Anti-Pesca Fantasma (DAPF) foram confirmadas pelos testes de pesca e em reuniões com as comunidades pesqueiras, incluindo facilidade de instalação e manuseio. O peso da barra de ferro no DAPF do Eco-covo reduz o tempo de quebra do fio biodegradável, algodão e sisal, criando uma abertura de escape maior para a biota marinha após o abandono, perda ou descarte do equipamento, reduzindo, assim, a pesca fantasma. Embora projetado

Weather conditions over the fishing experiments period

From June to September 2023, very rough winds and sea currents prevented lobster fishing activity, including the placement of the Eco-traps for the experiments (Figure 26). During this period, continuous recommendations from the Pernambuco State Water and Climatologic Agency (Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC) were released advising the local population, including those who work in the marine environment, such as fishers, about the bad weather conditions (Figure 27).



Figura 27. Assessoria divulgada pela Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) sobre as más condições climáticas.

Figure 27. Advice released from the Pernambuco State Water and Climatologic Agency (Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC) about the bad weather conditions.

One fisher tried to fish and lost 14 Eco-traps (see section Fishing Experiment), all with the AGFD system, and another had his boat damaged. During this period, gusts of wind were recorded to reach 18 knots, which makes maneuvers at sea very dangerous for a homemade vessel.

Concluding Remarks

The functionality and efficiency of the Anti-Ghost Fishing Device (AGFD) has been confirmed by the fishing trials and in meetings with fishing communities, including ease of installation and handling. The weight of the iron rebar in the Eco-trap's AGFD reduces the biodegradable yarn, cotton and sisal breakage time, creating a larger escape opening for marine biota following gear abandonment, loss or discard, thus reducing ghost

especificamente para covos de lagostas no Brasil, os recursos desenvolvidos, incluindo a barra de ferro presa com fios biodegradáveis instalados no painel da armadilha, permitem que o DAPF seja colocado em qualquer tipo de armadilha.

Fios de algodão foram utilizados em outros projetos-piloto de minimização da pesca fantasma, apoiados pela GloLitter, em pescarias com redes de emalhar e armadilhas para caranguejos. Esses fios demonstraram degradação rápida em águas tropicais quando os equipamentos de pesca são abandonados, perdidos ou descartados.

O projeto Eco-covo, apoiado pelo GloLitter Partnerships Project, tem buscado ativamente a participação de representantes da comunidade pesqueira em todos os níveis desde seu início. As dimensões e características finais do Eco-covo seguiram o design desenvolvido empiricamente por pescadores locais de lagosta, envolvendo as comunidades pesqueiras onde o projeto coletou informações adicionais sobre a pesca com covos para lagosta e a percepção dos pescadores sobre a utilidade do Eco-covo considerando custo-efetividade, manuseio e reparo, e redução do impacto ambiental. Os resultados alcançados do projeto destacam a crescente conscientização em todo o Brasil sobre a importância de reduzir a pesca fantasma, a necessidade de melhorar a aceitação dos pescadores sobre as regulamentações da pesca de lagosta, a construção de políticas públicas sobre medidas de mitigação da pesca fantasma e a necessidade de estímulo suficiente para que os pescadores façam as mudanças associadas em seus equipamentos. Os resultados demonstram que o desenvolvimento de um Dispositivo Anti-Pesca Fantasma (DAPF) para a pesca da lagosta, o Eco-covo, pode ser um tipo de equipamento alternativo para alcançar uma pesca mais sustentável. Esse projeto reveste-se de grande importância, não apenas por ser o primeiro Dispositivo Anti-Pesca Fantasma criado no Brasil, mas pelos grandes benefícios à biota marinha.

O compartilhamento de tecnologia para a pesca sustentável de lagosta foi evidenciado quando os pescadores locais que participaram da chamada do projeto mostraram disposição em participar. Espera-se que os resultados bem-sucedidos dos testes com os Eco-covos e consultas com comunidades pesqueiras influenciem a formação de políticas públicas e o desenvolvimento de estratégias para evitar a pesca fantasma, além de reduzir os custos da operação de pesca. Junto com o fortalecimento das instituições envolvidas, a comunicação aprimorada entre todas as partes interessadas e a capacitação, esse processo cria ganhos significativos em capital social que acreditamos permitirão pescarias sustentáveis e a melhoria dos meios de subsistência, incluindo a introdução atual de inovações tecnológicas como um componente de um projeto mundial mais amplo para reduzir o lixo plástico

fishing. While specifically designed for the Brazilian spiny lobster traps, the design features, including the iron rebar attached with biodegradable threads embedded into the fabric of the trap, allow the AGFD to be placed in any type of trap.

Cotton yarns have been utilized in other GloLitter-supported ghost fishing minimization pilot projects within crab pot and gillnet fisheries, in Indonesia and Kenya, respectively. These yarns have demonstrated degradation to break down rapidly in tropical waters when fishing gear is abandoned, lost, or discarded.

The Eco-traps project, supported by the GloLitter Partnerships Project, has actively pursued the participation of fishing community representatives at all levels of the project since its inception. The final Eco-trap dimensions and characteristics followed the design empirically developed by local lobster fishers, involving the fishing communities where the project gathered additional information on lobster trap fishery and fishers' perception of the usefulness of the Eco-trap considering cost-effectiveness, handling and repair, and environmental impact reduction. The achieved results of the project remark on the growing awareness across Brazil of the importance of reducing ghost fishing, the need for improving fishers' uptake of lobster fisheries regulations, the construction of public policies regarding ghost fishing mitigation measures and the necessity of sufficient stimulus for fishers to make the associated changes to their gears. The results demonstrate that developing an Anti-Ghost Fishing Device (AGFD) for the lobster trap fishery, the Eco-trap, can be an alternative gear type to achieve more sustainable fishing.

Sharing technology for the sustainable lobster fishery was evinced once local fishers attending the project call showed a willingness to participate. The successful results of the Eco-trap trials and consultations with fishing communities are expected to influence the formation of public policies and developing strategies to avoid ghost fishing, alongside reducing fishing operation costs. Together with the strengthening of institutions involved, improved communication between all stakeholders, and capacity building, this process creates significant gains in social capital that we believe will allow for sustainable fisheries and the improvement of livelihoods, including the current introduction of technological innovations as a component of a broader worldwide project to reduce plastic litter in the oceans. It is expected, though, that the results may reach the Brazilian authorities as a start-up for empirical and technical

nos oceanos. Espera-se, no entanto, que os resultados cheguem às autoridades brasileiras como um impulso para discussões empíricas e técnicas com a cadeia de valor das partes interessadas, o que pode ajudar a revisar o plano de gestão de lagosta existente.

Melhorar a aceitação das tecnologias desenvolvidas para o Eco-covo pelos pescadores, incluindo a incorporação do DAPF exigirá novas regulamentações para a pesca de lagostas e políticas públicas relacionadas a subsídios e incentivos econômicos. Aumentar a voz dos pescadores na pesquisa, hipótese, testes, defesa e implementação de medidas de mitigação da pesca fantasma é crucial para o sucesso de tais esforços. No entanto, o benefício financeiro [sozinho] raramente é um estímulo suficiente para que os pescadores mudem suas escolhas de equipamentos ou operações de pesca. Os resultados alcançados dos experimentos e o envolvimento com comunidades pesqueiras destacam a importância de reduzir a pesca fantasma e, olhando para o futuro, a necessidade de identificar como, onde e quando um estímulo ou incentivos devem ser implementados para a administração da pesca de lagostas, como por meio do emprego dessas tecnologias e projetos de equipamentos.

A realização de testes de campo sob qualquer circunstância pode ser desafiadora, embora valha a pena enfrentá-la e seja necessária para o desenvolvimento da pesca. Nem sempre as expectativas podem ser atendidas porque questões ambientais, como clima adverso, são difíceis de prever. No entanto, as mudanças tecnológicas, um dos principais aspectos do projeto, foram alcançadas com sucesso, e os resultados devem ser disseminados adequadamente entre todas as partes interessadas e envolvidas. Para que isso ocorra, é necessário um diálogo para identificar as principais partes interessadas para unir o conhecimento tradicional e científico com os tomadores de decisão da política de pesca.

O uso sustentável dos recursos pesqueiros, em toda a sua dimensão e complexidade, incluindo a incorporação de tecnologias de equipamentos aprimoradas para reduzir a pesca fantasma, ajudará a atingir a segurança alimentar e nutricional.

O sucesso de ações como essa depende do engajamento das autoridades na gestão pesqueira em formular políticas públicas que viabilize tanto a utilização dessas novas tecnologias, como a conscientização das vantagens para a atividade pesqueira e para o meio ambiente.

Agradecimentos

À Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação - FAO e a GloLitter Partnerships Project, que não mediram esforços para viabilizar os experimentos dos Eco-covos e o Dispositivo Anti-Pesca Fantasma DAPF. À

discussões with the stakeholders' value chain, which could help to review the existing lobster management plan.

Improving fishers' uptake of the Eco-trap technologies, including incorporation of the AGFD will require new lobster fisheries regulations and public policies regarding grants and economic incentives. Enhancing the voice of fishers in researching, hypothesizing, piloting, advocating, and implementing ghost fishing mitigation measures is crucial to the success of such efforts. Nonetheless, financial benefit [alone] is rarely a sufficient stimulus for fishers to change their gear choice or fishing operations. The achieved results of the Eco-trap experiments and engagement with fishing communities highlight the importance of reducing ghost fishing and, looking ahead, the need to identify how, where and when stimulus or incentives should be implemented for lobster fishery stewardship, such as through employment of these gear technologies and designs.

Conducting field trials under any circumstance can be challenging, although worth facing and necessary for fisheries development. It is not always that expectations can be met because environmental issues, such as adverse weather, are hard to predict. Nevertheless, technological changes, one of the main aspects of the project, were successfully achieved, and the results must be properly disseminated among all interested and involved stakeholders. For this to occur, a dialogue to identify key stakeholders to join traditional and scientific knowledge with fishing policy decision-makers is necessary.

The sustainable use of fishing resources, in all their dimensions and complexity, including the incorporation of improved gear technologies to reduce ghost fishing, will help attain food security and nutrition.

The success of actions like this relies on the involvement of fisheries management authorities in developing public policies that facilitate the use of these new technologies while raising awareness of the benefits for fishing activities and the environment.

Acknowledgments

To the GloLitter Partnerships Project, implemented by the International Maritime Organization (IMO) and the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and funded by the Government of Norway for providing

Universidade Federal Rural de Pernambuco, através do Departamento de Pesca e Aquicultura, que possibilitou a utilização dos Laboratórios de Pesca Sustentável e de Construção de Aparelhos de Pesca.

research funding. To the Federal Rural University of Pernambuco, through the Department of Fisheries and Aquaculture, which made possible the use of the Sustainable Fishing Laboratory and Fishing Gear Construction Laboratory.

Referências / References

- Chaves, P.T. & Robert, M.C. (2009) Extravios de petrechos e condições para ocorrência de pesca-fantasma no litoral Norte de Santa Catarina e sul do Paraná. *Bol. Inst. Pesca*, 35(3), 513-519.
- Dantas, D.V.; Barletta, M. & Costa, M.F. (2012) The seasonal and spatial patterns of ingestion of polyfilament nylon fragments by estuarine drums (Sciaenidae). *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.*, 19(2), 600-606.
- FAO. *FAO Fisheries Report/FAO Fisheries Report*. No. 715. Rome: FAO. 2003.
- Link, J., Segal, B. & Casarini, L.M. (2019) Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear in Brazil: A review. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 7(1), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.12.003>
- Macfadyen, G., Huntington, T. & Cappell, R. (2009) *Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear. United Nations Environment Programme - UNEP*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. ISBN 978-92-5-106196-1. FAO: Rome.
- Machado, A.A. & Fillman, G. (2010) Estudo da contaminação por resíduos sólidos na Ilha do Arvoredo, Reserva Biológica Marinha do Arvoredo - SC, Brasil. *J. Integr. Coast. Zone Manag.*, 10(3), 381-393.
- Machado, A.B.M., Drummond, G.M. & Paglia, A.P.P. (2008) *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Mascarenhas, R., Batista, C.P., Moura, I.F., Caldas, A.R., Costa Neto, J.M., Vasconcelos, M.Q., Rosa, S.S. & Barros, T.V.S. (2008) Lixo marinho em área de reprodução de tartarugas marinhas no Estado da Paraíba (Nordeste do Brasil). *J. Integr. Coast. Zone Manag.*, 8(2), 221-231.
- Possatto, F.E., Barletta, M., Costa, M.F., Ivar Do Sul, J.A. & Dantas, D.V. (2011) Plastic debris ingestion by marine catfish: an unexpected fisheries impact. *Mar. Pollut. Bull.*, 62(5), 1098-1102.
- Vieira, B.P., Dias, D. & Hanazaki, N. (2011) Homogeneidade de encalhe de resíduos sólidos em um manguezal da Ilha de Santa Catarina, Brasil. *J. Integr. Coast. Zone Manag.*, 11(1), 21-30.

Como citar o artigo / How to cite the article:

Oliveira, V.S., Mattos, S.M.G., Richardson, K.P., Santos, J.C.P., Sá, R.V.M. & Magalhaes, T.A. (2025). Desenvolvimento de dispositivo para reduzir a pesca fantasma nas pescarias com covos de lagosta no Brasil / Development of a device for reducing ghost fishing in Brazilian lobster trap fishery. *Actapesca*, 23, 55-82;