

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA EM BASES DE PATENTES DE TÉCNICAS E PRODUTOS APLICADOS A OBTENÇÃO DE MONOSEXO EM PEIXES

Matheus Victor Viana de Melo¹
Pabyton Cadena²

RESUMO

Em 2018, a aquicultura produziu 82,1 milhões de toneladas de animais aquáticos, sendo os peixes os responsáveis pela maior parcela. Essa produção está em constante aumento no mundo, sobretudo nos países em desenvolvimento, garantindo renda e segurança nutricional. Sabendo da sua importância, pesquisadores e produtores visam melhorar e aplicar tecnologias como o uso de monosexo de peixes nas fazendas de criação. Essas tecnologias são protegidas através de documentos de patentes para garantir a exclusividade de exploração comercial sendo disponibilizadas para buscas em bases de dados nacionais e internacionais. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar a prospecção tecnológica de produtos e processos que visam a obtenção do monosexo de peixes. Foi realizado a busca nas principais bases de dados de patentes nacionais e internacionais, como o INPI, *Espacenet*, *LATIPAT* e *Patent scope*. A busca foi feita utilizando palavras-chaves em português, inglês e espanhol, seguida por análise e filtro dos documentos com os critérios de inclusão e exclusão adotados. Com as patentes obtidas, os dados foram tabelados e seguiram para a análise. Identificou-se que a China foi detentora de 67,9% das patentes e início dos registros de documentos a partir de 1992, sendo observado maior crescimento nos últimos 20 anos. Pela classificação internacional de patentes, os grupos tecnológicos que mais foram encontrados estavam nas áreas de necessidades humanas e química (seções A e C). Os principais depositantes foram distribuídos entre institutos de pesquisa e empresas. A maior parte das patentes não especificavam famílias de peixes para aplicação da tecnologia, as que faziam foram principalmente para Chichilidae e Bagridae. 10 técnicas para o monosexo foram protegidas, e mais da metade dos patenteamentos continham, em alguma etapa do processo, a utilização de manipuladores endócrinos para obter o resultado desejado. Esse trabalho também permitiu verificar que a China segue como o maior produtor de patentes na piscicultura em concordância com o seu grande potencial na aquicultura. Podemos concluir que o estudo de prospecção tecnológica se mostrou eficaz para o entendimento da trajetória em que segue o estado da técnica da criação de peixes quando se fala na obtenção de monosexo. Percebeu-se que, mesmo o Brasil sendo um país relevante na piscicultura, a proteção desse tipo de tecnologia ainda é deficiente no país sendo necessário a criação de medidas mitigadoras para contornar este problema.

Palavras-chave: Monosexo; Piscicultura; Patentes; Prospecção tecnológica.

TECHNOLOGICAL PROSPECTION IN PATENT BASES OF TECHNIQUES AND PRODUCTS APPLIED TO OBTAINING MONOSEX IN FISH

ABSTRACT

In 2018, aquaculture produced 82.1 million tons of aquatic animals, with fish accounting for the largest share. This production is constantly increasing in the world, especially in developing countries, ensuring income and nutritional security. Knowing its importance, researchers and producers aim to improve and apply technologies such as the use of monosex

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco. Correspondência: mvvmmatheus@gmail.com

² Universidade Federal Rural de Pernambuco. pabyton.cadena@ufrpe.br

fish on farms. These technologies are protected through patent documents to guarantee the exclusivity of commercial exploitation and are made available for searches in national and international databases. Thus, the objective of this work was to carry out the technological prospection of products and processes that aim to obtain the monosex of fish. A search was carried out in the main national and international patent databases, such as INPI, Espacenet, LATIPAT, and Patent scope. The search was performed using keywords in Portuguese, English, and Spanish, followed by analysis and filtering of documents with the adopted inclusion and exclusion criteria. With the patents obtained, the data were tabulated and proceeded to analysis. It was identified that China was the holder of 67.9% of the patents and the beginning of the registration of documents in 1992, with greater growth observed in the last 20 years. According to the international classification of patents, the technological groups that were found the most were in the areas of human and chemical needs (sections A and C). The main depositors were distributed among research institutes and companies. Most of the patents did not specify fish families for the application of the technology, those that did were mainly for Chichilidae and Bagridae. 10 techniques for monosex were protected, and more than half of the patents contained, at some stage of the process, the use of endocrine manipulators to obtain the desired result. This work also made it possible to verify that China remains the largest producer of patents in fish farming, following its great potential in aquaculture. We can conclude that the technological prospection study proved to be effective for understanding the trajectory in which the state of the art of fish farming follows when it comes to obtaining monosex. It was noticed that, even though Brazil is a relevant country in psychculture, the protection of this type of technology is still deficient in the country, and it is necessary to create mitigating measures to circumvent this problem.

Keywords: Monosex; Pisciculture; Patents; Technological prospecting.

PROSPECCIÓN TECNOLÓGICA EN BASES DE PATENTES DE TÉCNICAS Y PRODUCTOS APLICADOS A LA OBTENCIÓN DE MONOSEXO EN PECES

RESUMEN

En 2018, la acuicultura produjo 82,1 millones de toneladas de animales acuáticos, y los peces representan la mayoría. Esta producción está en constante aumento en el mundo, especialmente en los países en desarrollo, lo que garantiza ingresos y seguridad nutricional. Conociendo su importancia, investigadores y productores apuntan a mejorar y aplicar tecnologías como el uso de peces monosexo en las granjas. Estas tecnologías están protegidas a través de documentos de patente para garantizar la exclusividad de explotación comercial y están disponibles para búsquedas en bases de datos nacionales e internacionales. Así, el objetivo de este trabajo fue realizar la prospección tecnológica de productos y procesos que apunten a la obtención del monosexo de peces. Se realizó una búsqueda en las principales bases de datos de patentes nacionales e internacionales, como INPI, Espacenet, LATIPAT y Patent scope. La búsqueda se realizó con palabras clave en portugués, inglés y español, seguida del análisis y filtrado de documentos con los criterios de inclusión y exclusión adoptados. Con las patentes obtenidas, se tabularon los datos y se procedió al análisis. Se identificó que China era titular del 67,9% de las patentes y el inicio del registro de documentos a partir de 1992, observándose un mayor crecimiento en los últimos 20 años. De acuerdo con la clasificación internacional de patentes, los grupos tecnológicos que más se encontraron fueron en las áreas de necesidades humanas y químicas (secciones A y C). Los principales depositantes se distribuyeron entre institutos de investigación y empresas. La mayoría de las patentes no especificaban familias de peces para la aplicación de la tecnología,

las que sí lo hacían eran principalmente para Chichilidae y Bagridae. Se protegieron 10 técnicas para monosexo, y más de la mitad de las patentes contenían, en alguna etapa del proceso, el uso de manipuladores endocrinos para obtener el resultado deseado. Este trabajo también permitió comprobar que China se mantiene como el mayor productor de patentes en piscicultura, de acuerdo con su gran potencial en acuicultura. Podemos concluir que el estudio de prospección tecnológica demostró ser efectivo para comprender la trayectoria que sigue el estado del arte de la piscicultura en lo que se refiere a la obtención de monosexo. Se percibió que, a pesar de que Brasil es un país relevante en psicocultura, la protección de este tipo de tecnología todavía es deficiente en el país, y es necesario crear medidas de mitigación para sortear este problema.

Palabras llave: Monosexo; Piscicultura; Patentes; Prospección tecnológica.

INTRODUÇÃO

O consumo de produtos aquáticos é bastante difundido mundialmente, só em 2018, 114,5 milhões de toneladas de peso vivo foi produzido pela aquicultura, sendo 82,1 milhões (US \$ 250,1 bilhões) de animais aquáticos. Destes, a maior parcela está destinada aos peixes com 54,3 milhões de toneladas (US \$ 139,7 bilhões) (1). A piscicultura ao longo dos anos vem apresentando um papel importante nos países em desenvolvimento, tendo aumentado a sua participação nas Américas, na África e na Ásia, gerando renda e segurança nutricional para essas regiões. Segundo a FAO (1), em 2018 foi estimado a participação de 20,53 milhões de pessoas na aquicultura e um valor total de comercialização de US\$ 263,6 bilhões, sendo a China, Noruega, Vietnã, Índia e Chile, os 5 maiores exportadores de produtos aquáticos no mundo. O Brasil chegou a exportar US \$275 milhões em produtos da piscicultura em 2019, e a maior porcentagem da produção está destinada à tilápia, colocando o Brasil como o 4º produtor deste peixe no mundo (2, 3).

Visto a grande importância para a economia mundial, diversas técnicas são aplicadas para o melhoramento da piscicultura. Uma delas é a uniformização dos lotes de peixes, obtendo uma população de monosexo (4). Esta aplicação é preterida pelos produtores por diversos fatores, como por exemplo os criadores de tilápias, que aplicam técnicas para a reversão sexual dos peixes a fim de obter uma população totalmente masculina. Ter uma população exclusivamente de machos é vantajoso devido ao fato deles terem um crescimento maior em relação às fêmeas, assim aumentando a produção por lote e evitando gastos de energia com reprodução (5, 6). Para a reversão, tradicionalmente os produtores misturam hormônios junto à sua alimentação, o que se administrado e descartado de forma incorreta, pode gerar impactos negativos a saúde do produtor e ao meio ambiente (7, 8). As técnicas de obtenção de lote de monosexo de peixes são diversas, além da reversão com hormônios andrógenos e estrógenos e seus inibidores, há outras maneiras, como a reversão por tratamento físico (temperatura, choque, luz e etc), hibridização entre espécies, obtenção de supermachos e superfêmeas e a manipulação genética, tais como ginogênese, androgênese, poliploidias e haploidias (9, 10).

Para o produtor, é importante manter uma constante evolução no sistema de criação, que acompanhe o desenvolvimento econômico desse mercado. Sendo assim, é importante o rastreamento das tecnologias disponíveis ou a criação de novas que impulsionem cada vez mais a produção. Para estimular a inventividade e garantir os direitos de uso e proteção das invenções, há a possibilidade de depósitos de patentes dos produtos e processos inventivos (11, 12). Com o depósito, somente o inventor pode explorar comercialmente aquela invenção, e o documento de patente fica disponível para acesso e conhecimento da população que queira analisar o estado da arte de determinada área tecnológica. Analisar o estado da arte, que são

os processos inventivos existentes em determinada área tecnológica, através das patentes publicadas, auxilia o mercado econômico e a sociedade como um todo (11). Isto impede que haja a repetição de ideias e estimula cada vez mais o processo inventivo, impulsionando a competição e o investimento público e privado em pesquisa, desenvolvimento e inovação. As patentes depositadas ficam em bases de dados nacionais e internacionais, o que aumenta o acesso global e difusão das ideias de mercado. Nessas bases é possível encontrar documentos específicos de acordo com critérios de buscas adotados através dos filtros disponíveis nas plataformas. Por exemplo, com a realização de prospecção tecnológica de patentes é possível ter um entendimento de como está o desenvolvimento das tecnologias ao longo do tempo, ou os principais depositantes da área tecnológica de interesse (13, 14, 15). Para a piscicultura, pode ser interessante saber como está o desenvolvimento de produtos e processos de obtenção de monosexo de peixes visando ter conhecimento do estado da técnica e do desenvolvimento dos países, enquanto produtores de propriedade intelectual na área de piscicultura. Ainda, permite identificar possíveis oportunidades e traçar novas rotas para o desenvolvimento de novos produtos e processos, a fim de melhorar e desenvolver o mercado na área. Diante disso, este trabalho tem como objetivo realizar prospecção tecnológica dos produtos de uso veterinário e métodos para produção de monosexo de peixes publicadas em base de patentes nacionais e internacionais. Isto visa o entendimento dos principais inventores, países, linha temporal do desenvolvimento destas tecnologias, principais famílias de peixes que se deseja o monosexo, principais técnicas utilizadas para isso e a disponibilização de dados para realização de novas estratégias de obtenção de monosexo.

MATERIAL E MÉTODOS

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE MÉTODOS PARA OBTER MONOSEXO DE PEIXES.

O mapeamento das tecnologias aplicadas à obtenção do monosexo de peixes foi realizado nas principais bases de dados de patentes nacionais e internacionais com acesso livre e gratuito, tais quais o INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial), *Espacenet* (Base de dados do Escritório Europeu de Patentes), LATIPAT (Patentes da América Latina e Espanha) e *Patentscope* (Plataforma da WIPO – *World Intellectual Property Organization*). A busca foi feita adotando a estratégia de revisão sistemática, monitorando o histórico de busca e as palavras-chaves, onde elas foram utilizadas nas seguintes combinações: “(*feminilization* OR *masculinization*) AND *fish*”, “(“*monosex*” OR “*sex* reversal*”) AND “*fish*””. Ainda, as palavras-chaves foram colocadas em inglês no *Patent scope* e *Espacenet*, em português no INPI e LATIPAT e em espanhol no LATIPAT. O *Google patents* foi utilizado para auxiliar na leitura e identificação das partes dos documentos. No site do INPI foi realizado o monitoramento através dos comandos de “Pesquisa básica”, “No resumo”, “A expressão exata”, onde foram selecionados os documentos que tratavam da obtenção de monosexo e/ou reversão sexual de peixes.

Nas bases de busca *Espacenet* e LATIPAT, a pesquisa foi feita utilizando os comandos “Busca avançada”, “Título, Resumo ou Reivindicações”, onde as palavras-chave foram inseridas com operadores lógicos de busca, a exemplo: “(“*monosex*” OR “*sex* reversal*”) AND “*fish*””. É necessário colocar as palavras entre aspas para ser pesquisado a expressão exata e não combinações delas. Os operadores booleanos “AND” e “OR” permitiram as buscas que contenham a combinação das expressões ou que apareça uma ou outra, respectivamente. O operador “*” serviu para buscar expressões que contenham o radical, por exemplo, ao pesquisar por “*sex* reversal*” aparecerão documentos que contenham o radical “*sex*” acompanhado de “*reversal*”, como “*sexual reversal*” ou “*sex reversal*”. No site do

Patenscope, a busca foi realizada no campo “pesquisa avançada”, utilizando a mesma estratégia anteriormente descrita, onde as palavras-chaves foram identificadas em qualquer campo do documento.

ANÁLISE DOS DADOS

Após a obtenção dos dados, os documentos foram filtrados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, por exemplo, exclusão daqueles documentos de patentes que não possuíam as técnicas de reversão sexual ou produção de monosexo de peixes na reivindicação, já que, segundo o Art. 41 da Lei da Propriedade industrial (Lei Nº 9.279/96), é nessa porção do documento onde constará as informações da patente que deverão ser protegidas, tornando os métodos e produtos descritos exclusivos para o seu desenvolvimento. Foram excluídos também os documentos de patentes repetidos, devido a publicação de um novo número de patente a cada novo escritório depositado, ou a repetição destes documentos em bases de dados diferentes por depósitos de tratados internacionais, como o Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes – PCT da WIPO.

Na pesquisa, não houve restrição de tempo de publicação dos documentos de patentes, os achados foram emitidos por último em janeiro de 2022. Os resultados foram expressos em forma figuras e tabelas utilizando o software Microsoft Excel®, onde foram divididos por número da patente, título, países de publicação, ano de prioridade do depósito, código do status da patente, tipos de depositantes, classificação internacional de patentes (CIP), famílias de peixes na reivindicação, técnicas e substâncias usadas para reversão sexual ou obtenção de monosexo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando realizada a busca no site do INPI, foram obtidos apenas 4 resultados e, destes, somente 2 estavam relacionados às técnicas de reversão e produção de monosexo de peixes na reivindicação. A busca feita na base de dados do *Patentscope* encontrou 702 resultados, resultando em 37 documentos compatíveis com os critérios adotados. O grande número de resultados se deu por essa base de dados permitir realizar a busca das palavras-chave em todo corpo do documento, encontrando, por exemplo, as técnicas de coloração genética “FISH” e citações a fármacos humanos para tratamentos hormonais o que se encontra fora dos nossos critérios de inclusão. No *Espacenet* foram totalizados 116 documentos, onde 29 desses foram selecionados, e no LATIPAT não houve nenhum resultado de buscas. Ao todo, restaram 68 documentos, os quais foram colocados em tabelas do software Microsoft Excel® para análise.

Estudando os países detentores das patentes (Figura 1) é possível verificar que a China é quem apresenta a maior quantidade de patentes, com 45 dentre os 68 (66,2%) documentos. Esse resultado já era esperado, visto que esse é o país que lidera o mercado de pesca e aquicultura no mundo, tendo sozinha a produção de 35% dos produtos aquáticos mundiais (1). Com isso se observa uma ligação entre a quantidade de patentes e liderança no setor econômico. Em segundo lugar, se encontram os Estados Unidos, que apesar de não liderar a lista de produção de peixes, tem cultura de produção e proteção de propriedade intelectual (16), obtendo 7 documentos, um pouco mais do que 10% dos pedidos de patente.

A Ásia, mesmo excluindo a China, segue sendo o principal produtor de produtos aquáticos mundial com 34% da produção (1). Deste continente, encontramos nos documentos de patentes a participação do Japão com 5 documentos e Taiwan com 1, 7,4% e 1,5% do total, respectivamente. Em seguida na produção de pescado estão as Américas, que além dos EUA, encontramos nas buscas o Canadá e o Brasil, que foram detentores de 1 e 2 documentos, respectivamente. A Oceania só teve representação com apenas 1 documento da Austrália. Não

houve representação nos dados de nenhum país do continente Africano e Europeu. Ainda, houve 6 documentos (8,8%) com pedidos de depósitos internacionais através do Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes (PCT), sobre administração da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI/WIPO), que visa a publicação do mesmo documento em diversos outros países signatários do tratado.

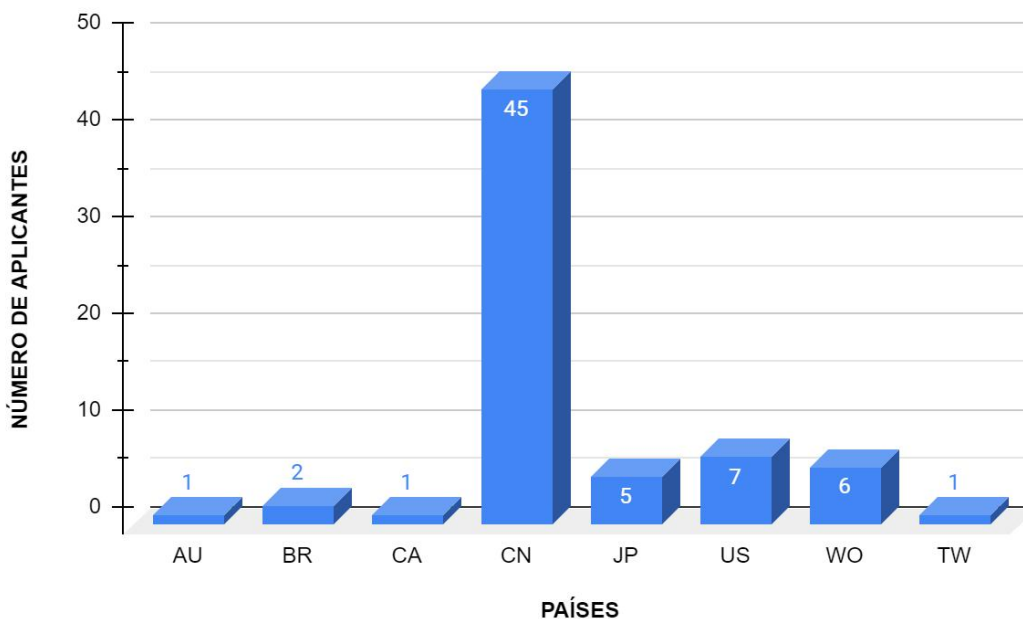


Figura 1. Países alvo do pedido de depósito de patentes para obtenção de um monosexo de peixes na base de dados do INPI, *Espacenet*, *Latipat* e *Patentscope*. Legenda: AU – Austrália; BR – Brasil; CA– Canadá; CN – China; JP – Japão; US – Estados Unidos; WO – WIPO; TW - Taiwan.

Nas bases de buscas em patentes em relação a evolução temporal, como está representado na Figura 2, é possível encontrar documentos a partir de 1992, com uma publicação apenas. A partir de 2005 é percebido um aumento, com algumas quedas, dos pedidos de proteção de patentes, tendo 2018 e 2019 como o maior pico de obtenção, possuindo 9 patentes em cada ano. Os pedidos feitos no segundo semestre de 2020 em diante, ainda estão em período de sigilo, por isso pode ser observado uma redução nesse período. Os dados da FAO (1) evidenciam que a cada ano há um crescimento mundial da produção de peixes, entrando em concordância com o aumento temporal dessas tecnologias que auxiliam o desenvolvimento comercial da piscicultura e permite esse ser o mercado de alimentos que mais cresce no mundo.

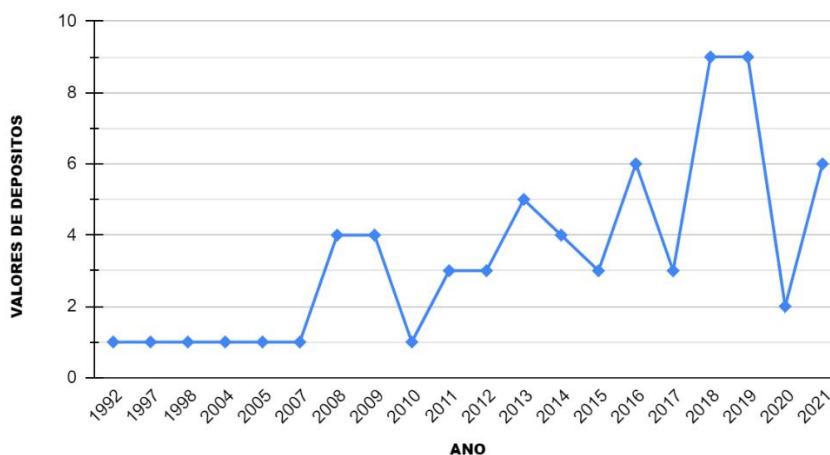
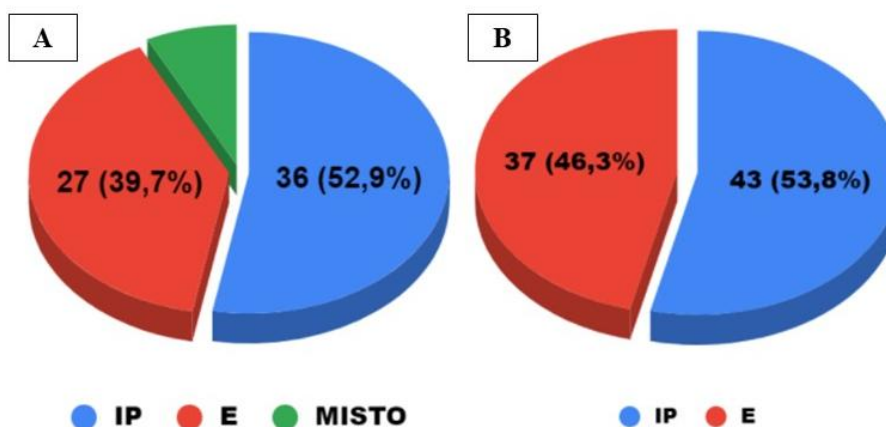


Figura 2. Evolução temporal na taxa de depósito de patentes na base de dados do INPI, Espacenet, Latipat e Patentscope de tecnologias voltadas ao monosexo de peixes.

O status legal de publicação do documento de patente foi dividido em dois, o status “A” para quando a patente pode estar ainda em pedido de obtenção, abandonadas, arquivadas, indeferidas ou perderam o tempo de proteção e “B” quando a patente for concedida segundo critério internacional (17). Aqui, se o documento no país de prioridade ou em tramitação em outros países tivesse o código B definido, este era computado, mesmo que ainda existissem patentes não concedidas. Dentre as patentes, 38,2% estão com status A de aplicação, enquanto 61,8% estão concedidas.

Os perfis dos depositantes das patentes foram divididos previamente em Pessoa Física (PF); Instituição de Pesquisa (IP) e Empresas (E). Nas análises não foi constatada a aplicação de nenhum documento para PF. Ao todo, foram 80 depositantes distribuídos entre Institutos de Pesquisa e Empresas, com 43 e 37 documentos, respectivamente (Figura 3). Foram exclusivos 36 documentos para IP, 27 apenas para E e 5 com publicação mista entre IP e E (Figura 3). A patente CN108377936, por exemplo, teve a aplicação feita por um IP e por duas E chinesas. Como visto, os institutos de pesquisas são os maiores responsáveis por proteger as obras intelectuais. No Brasil, segundo relatório do INPI, no período de 2014 a 2019, as universidades ocuparam 19 colocações dentre os 25 maiores depositantes de patentes nacionais (18). No Brasil, uma patente foi depositada em uma união de 3 IP e a outra foi exclusivamente por uma E.



Figuras 3. Perfil dos depositantes de patentes para o monosexo de peixes retirados da base de dados do INPI, Espacenet, Latipat e Patentscope. Onde em “A” está o gráfico da

relação entre os diferentes tipos de depositantes encontrado nas patentes e onde em “B” se encontra a quantidade de depositante de cada grupo nas patentes. Legenda: IP – Instituto de pesquisa; E – Empresas.

As patentes são agrupadas de acordo com a Classificação Internacional de Patentes (CIP), que visa hierarquizar as patentes em grupos de buscas específicos, em suas respectivas áreas tecnológicas, o que facilita a identificação dos documentos para uma tecnologia de interesse (19). A depender da especificidade de busca, pode se procurar de acordo com a estrutura hierárquica da CIP, dividida em seções (letra), classes (número), subclasses (letra), grupos (número) e subgrupos (número) (19). Essa classificação não precisa ser única por patente, podendo existir em um mesmo documento várias CIPs. A Figura 4 contém a representação das CIPs encontradas até as suas subclasses, já que são representadas dessa forma nas bases de dados de patente. Ao total foram 172 classificações, exibindo as afinidades das áreas tecnológicas encontradas, onde são voltadas ao melhoramento das técnicas de produção, manejo e saúde animal, visando o papel econômico e social que possuem.

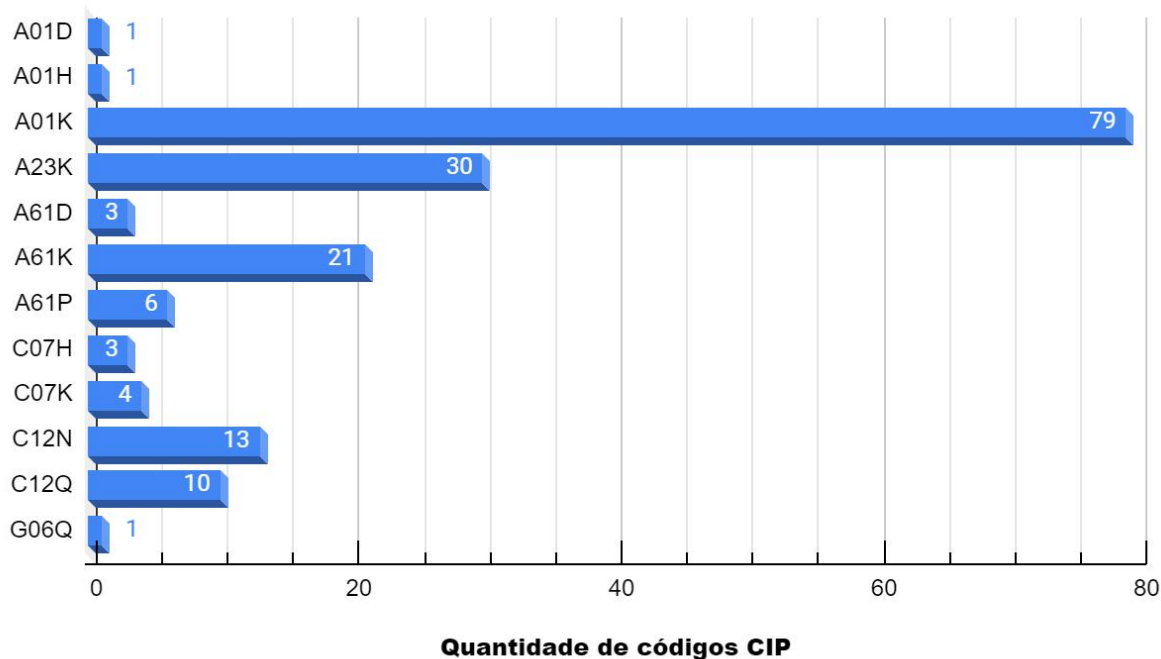


Figura 4. Classificação Internacional de Patentes encontradas ao nível hierárquico de subclasses nos documentos de patentes encontrados na prospecção tecnológica da base de dados do INPI, *Espacenet*, *Latipat* e *Patentscope*.

A seção “A - Necessidades Humanas” foi a mais representativa, estando presente em 141 (81,98%) das CIPs e esteve ausente em apenas dois documentos. Nesta seção houve destaque para a subclasse A01K, possuindo 45,9% do total, que diz respeito a “Pecuária; Avicultura; Apicultura; Piscicultura; Pesca; Criação ou Reprodução de animais, não incluídos em outro local; Novas criações de animais”. Em seguida veio a subclasse A23K sobre “Produtos alimentícios especialmente adaptados para animais; Métodos especialmente adaptados para a produção dos mesmos”, com 17,44%. Ainda, teve a presença de 12,21% da subclasse A61K: “Preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas” e de 5,23% distribuídas em outras subclasses desta seção. A segunda seção mais escolhida foi a “C

- Química; Metalurgia”, tendo 17,44% de presença, com representações ligadas à área genética e manipulações moleculares. Houve apenas uma (0,58%) CIP da seção “G - Física”.

Embora os peixes possuam uma grande diversidade ecológica e diferentes formas de desenvolvimento e reprodução, nem todos os documentos especificam alguma espécie, gênero ou família a qual a inovação tecnológica se aplique. Fato que ocorreu em 16 patentes (24,1%) dentre as 68 avaliadas. O documento WO2010088742 se refere a métodos e agentes para manipular a determinação do sexo a qualquer organismo ovíparo, incluindo as milhares de espécies de peixes. Dessa maneira aumenta também o escopo da proteção que essa patente pode permitir ao inventor. Entretanto, há alguns documentos que definem para qual animal aquele método ou produto foi desenvolvido, podendo identificar até a família taxonômica deles. O documento US20180317459 fala sobre a produção de supermachos e reversão sexual fisiológica de carpas, peixes da família Cyprinidae. Enquanto a patente CN103416330 diz respeito ao melhoramento do controle e conversão de sexo da enguia do campo do arroz fêmea, da família Synbranchidae.

A Figura 5 expõe as famílias de peixes que são representadas nos documentos. Como é possível ver, a família Chichilidae (10 patentes) e Bagridae (9 patentes) são as mais representativas nos documentos achados. Elas, segundo a FAO (1), possuem espécies representantes da lista das 20 espécies de peixes mais cultivadas no mundo, correspondendo respectivamente aos bagres e tilápias. No Brasil, segundo a Associação Brasileira da Piscicultura (3), a tilápia é a espécie de peixe que lidera a lista de produção no país, sendo 57% de toda produção destinada a ela. Em perspectiva mundial, o País se tornou o 4º maior produtor desse peixe, obtendo 432.149 toneladas de tilápias no ano de 2019 e a produção segue crescendo ao longo dos últimos anos.

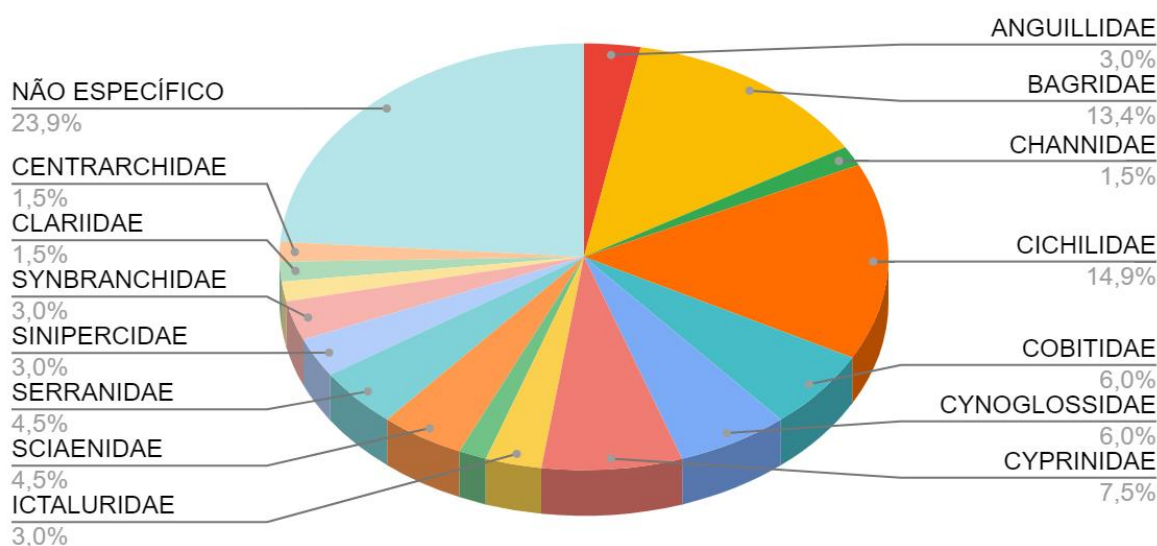


Figura 5. Representação gráfica das famílias de peixes encontradas na reivindicação dos documentos de patentes analisados, os quais eram objetivadas para o processo de monosexo.

Apresentando uma grande importância econômica, diversas técnicas são visadas para melhoramento da piscicultura. Uma delas é a uniformização do sexo nos sistemas de produção

de peixes (20). Obter um lote monosexo promove ao produtor diversos benefícios, ainda mais quando um sexo demonstra mais vantagens econômicas que o outro (10, 21). As tilápias são preteridas a serem machos por causa do seu maior tamanho, rendendo mais filé na comercialização, além de evitar o gasto energético da cópula e desovas bem como superlotação nos tanques de criação (5, 6). As carpas, peixes mais produzidos no mundo, apresentam espécies com preferência na aquicultura de uma população totalmente feminina por crescerem mais rápido que os machos (19, 22). Esses animais apresentam diversas formas de controle e determinadores sexuais, a nível genético e fenotípico (4). Na literatura há descrita as diversas técnicas aplicadas para se obter o controle das expressões sexuais, podendo ser divididas entre i): Técnicas Físicas como a luz, temperatura e choque, ii): Manipulações Genéticas e Cromossômicas, a exemplo da hibridização, ploidias, seleção artificial de genes e mutação, e iii): Reversão Endócrina, podendo utilizar hormônios ou outras substâncias que apresentem papel regulador endócrino para a alteração ou manutenção fenotípica (10, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29). É visto também a hibridização entre espécies para garantir a esterilidade dos animais (30).

Diante do exposto acima, a Figura 6 (A) demonstra as técnicas utilizadas para esses processos encontrados nos documentos de patentes. Ao total, foram 93 aplicações distribuídas em 10 técnicas diferentes. Pelo controle das condições físicas do meio, foram encontradas 13 patentes, sendo 8 destinadas às técnicas onde se regulava a temperatura e 5 para exposição luminosa. Como exemplo, a patente US20180271067 descreve técnicas de reversão sexual usando processos físicos por temperatura e luminosidade.

A maior parte dos documentos foi destinada à técnica de reversão sexual endócrina, contendo 51 documentos (54,8%). Esta técnica diz respeito apenas a alteração do fenótipo em uma geração e/ou a obtenção de um monosexo em no máximo duas gerações através do contato do animal com substâncias que regulam o seu funcionamento endócrino. A técnica de obtenção de monosexo supermachos (YY), que resultou em 8 documentos (8,6%), utiliza em uma de suas etapas de obtenção a exposição hormonal, e são feitas, no mínimo, 3 reproduções para obter uma população totalmente masculina a nível genético, onde os animais terão cromossomos sexuais XY e YY. Na primeira reprodução desse processo, os animais XY são submetidos a hormônios feminilizantes para que possam ir para a segunda reprodução com machos XY, obtendo 25% de supermachos YY. Destes, ao cruzar com fêmeas XX ou fêmeas fisiológicas XY, resultarão de prole 100% masculina. Caso fosse o sistema ZZ/ZW, o processo seria o inverso, seguindo a mesma lógica, resultando na obtenção de superfêmeas e a etapa de mudança fisiológica ocorreria com hormônios masculinizantes.

Em adição, foram encontradas a proteção de 4 documentos (4,4%) de técnicas para obtenção de supermachos, além do processo feito apenas com controle hormonal e reprodutivo. Entre os documentos, 2 (2,2%) estavam descrevendo a técnica de obtenção de supermachos androgenéticos, os quais são alcançados através da inativação do material genético dos óvulos com irradiação UV e a fecundação deles ocorre apenas com o material genético do espermatozoide. Em seguida, ocorre supressão da primeira mitose do zigoto para a permanência de um indivíduo 2n, ou o material genético do gameta masculino é tetraploide e após a fecundação e clivagem, se torna diploide. Os outros 2 documentos estavam destinados a produção de supermachos ginogenéticos, os quais são obtidos através do processo de reversão hormonal em conjunto com a ginogênese. Os peixes machos XY são expostos a substâncias feminilizantes e, na época reprodutiva, os óvulos gerados são

fecundados com espermatozoides geneticamente inativos. Após essa fecundação, ocorrerá a supressão do corpúsculo polar e os indivíduos gerados serão 2n XX/YY.

Em relação à ginogênese, processo de desenvolvimento do ovo XX sem a participação do material genético masculino, esta pode ser alcançada pela supressão da eliminação do corpúsculo polar, ou da primeira mitose do zigoto. Na pesquisa, ela esteve presente em 6 (6,5%) dos documentos analisados. Essa técnica é utilizada quando se tem a preferência de obter uma população totalmente feminina, como em muitas espécies de carpa (31, 32, 33), de *Perca fluviatilis* (34) e outros tipos de peixes (35, 36). O documento de patente CN103190366A descreve a reprodução entre dois indivíduos ginogenéticos, uma fêmea XX e outro macho fisiológico XX para garantir e perpetuar as mesmas características genéticas da variedade vermelha da carpa cabeça (*Aristichthys nobilis*). Neste mesmo documento há também a reivindicação da produção de híbridos de fêmeas ginogenéticas de *A. nobilis* com a carpa comum (*Cyprinus carpio*). Finalmente, apenas 2 documentos (2,2%) foram encontrados com a técnica de hibridização.

Também foram encontrados 2 documentos de patente relacionados as manipulações de ploidias. Estas são técnicas utilizadas para obtenção de maior tamanho do animal, já que terá mais material genético, ou obter uma progênie estéril (9, 37) como visto na patente WO2020033940.

Observamos 7 documentos (7,5%) descrevendo técnicas de controle de locus genéticos para regular as condições sexuais dos peixes. Alguns deles, como o documento CN106591429B descreve a seleção artificial de genes que resultavam na maior reversão do sexo de peixes. Neste mesmo documento, foi localizado um SNP (Polimorfismo de nucleotídeo único, em inglês: *single nucleotide polymorphism*) que induz a reversão do sexo de *Cynoglossus semilaevis*, o que começa a produzir animais através da reprodução para carregarem a SNP responsável pelo controle do sexo.

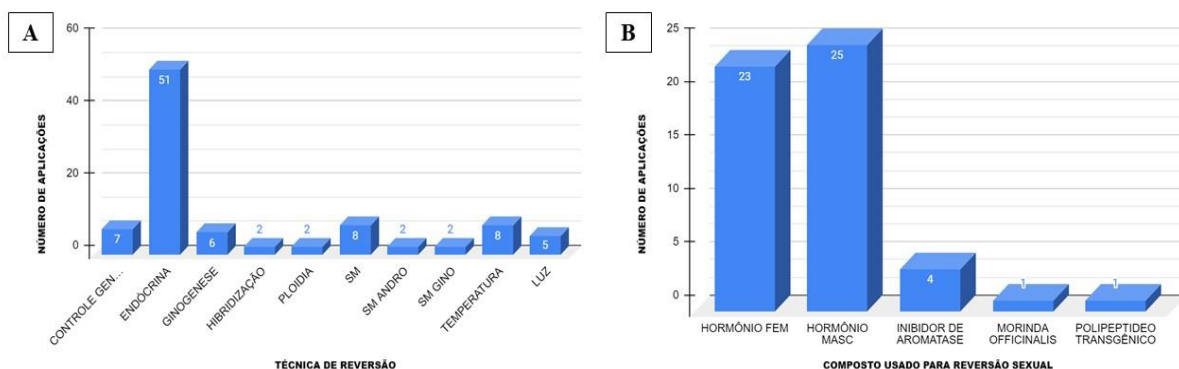


Figura 6. Em “A” está representado as aplicações de técnicas para obtenção de monosexo de peixes encontrado nos documentos de patentes da base de dados do INPI, *Espacenet*, *Latipat* e *Patentscope*. Em “B” está representado os compostos químicos utilizados para promover a reversão sexual endócrina.

O maior resultado de proteção intelectual está dedicado aos documentos com controle endócrino, principalmente utilizando hormônios, pois em geral, este é mais preterido do que outros métodos devido a sua alta taxa de sucesso, acima de 98% na maioria dos casos (26). Essas produções podem ser combinadas com outras técnicas para impulsionar a sua eficiência. A patente CN107232092A visa superar a taxa de sobrevivência e obter a total efetividade da

reversão sexual de botias, grupo de peixes da família (Cobitidae), através da exposição a hormônios masculinizantes em combinação com o controle da temperatura.

A Figura 6 (B) apresenta as substâncias utilizadas para o controle endócrino encontrado nos documentos de patentes analisados. Como a piscicultura visa a comercialização dos peixes, em maior parte para consumo, 88% da produção total (1), quanto maior a quantidade de carne em um animal, melhor serão os lucros. Isto pode ser encontrado em uma população totalmente masculina devido às características androgênicas dos machos, como o maior tamanho, além do menor gasto energético para reprodução. Assim, nos documentos analisados, a maior parte tinha como objetivo gerar uma população totalmente masculina. A maneira comumente usada de reversão em monossexo masculino é com a administração direta de hormônios masculinizantes, visto em 25 documentos (46,30% dos que usavam algum processo de regulação endócrina). Os hormônios utilizados podem ser variados, tais como as formas naturais e sintéticas da testosterona, a exemplo a 17-alfa-metiltestosterona, acetato de trembolona e outros. Os inibidores de aromatase, que impedem a conversão da testosterona em estradiol, assim impedindo a feminilização do animal, também foram utilizados em 4 documentos (7,41%). Até mesmo quando analisados os 23 documentos que utilizavam hormônios feminilizantes (42,59%), a grande maioria desejava obter uma população super masculina, mostrando o grande interesse do mercado de peixes na produção de machos. Poucos produziram as técnicas com hormônios feminilizantes para obter uma população feminina. O documento CN103416330 visava prolongar o tempo de fase feminina da enguia do campo do arroz para poder aumentar a produção de alevinos da espécie. Já a patente CN108077120A utilizou os hormônios femininos para igualar a proporção de machos e fêmeas de *Larimichthys polyactis* que era de 3:1, respectivamente.

Fugindo dos usos hormonais, que se aplicados sem controle e cuidado, podem causar prejuízos ao ambiente, à viabilidade dos gametas dos peixes e à saúde dos produtores, outros compostos químicos também foram explorados nos documentos de patente. Em 2 documentos, houve a descrição de aplicação de outras substâncias que promoviam a reversão de fêmeas para machos. Por exemplo, o documento CN109924149 utilizou na alimentação de *Epinephelus akaara*, partes da planta *Morinda officinalis* atingindo 75 a 90% de reversão em 3 anos e 80% ou mais na taxa de fertilização. Há diversas plantas que possuem em sua fisiologia substâncias que interagem com o sistema endócrino dos animais. El-Sayed, (38) verificou que rações de soja possuem alto nível de fitoestrógenos capazes de induzir a feminilização de tilápias. Já o documento de patente US20050153301 se refere ao mapeamento no genoma de *E. coioides* de uma sequência de DNA responsável por codificar um polipeptídeo regulador de reprodução e controle sexual, bastante presente na pituitária do peixe e a produção em vetores desse peptídeo, que se administrado na alimentação do peixe promove a sua reversão sexual.

CONCLUSÕES

Tendo em vista a importância nutricional e econômica proveniente da piscicultura mundial, o estudo de prospecção tecnológica se mostrou eficaz para o entendimento da trajetória em que segue o estado da técnica da criação de peixes quando se fala na obtenção de monossexo. A manipulação endócrina esteve presente na maior parte das tecnologias utilizadas em diversas espécies, sendo a China a principal referência em sua produção e patenteamento. Ainda, 95% destas tecnologias foram produzidas mundialmente nos últimos 20 anos. Percebeu-se que, mesmo o Brasil sendo um país relevante na piscicultura, a proteção desse tipo de tecnologia ainda é deficiente no país, por falta de cultura de inovação, bem como incentivo à comunidade acadêmica brasileira a proteção do resultado de suas pesquisas de modo que o

país possa ter mais competitividade tecnológica, o que acontece com a China e os Estados Unidos.

REFERÊNCIAS

1. FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>.
2. Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa). Secretaria de Aquicultura e Pesca (org.). BOLETIM DA PISCICULTURA EM ÁGUAS DA UNIÃO: 2018 - 2019. Brasília-DF: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento; 2020.
3. PEIXE BR. Anuário Brasileiro da Piscicultura 2020. Brasil.
4. Singh AK. Introduction of modern endocrine techniques for the production of monosex population of fishes. Gen. Comp. Endocrinol., [s.l.], v. 181, p.146-155, jan. 2013. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2012.08.027>
5. Meurer F, Hayashi C, Boscolo WR, Schamber, CR. Fontes proteicas suplementadas com aminoácidos e minerais para tilápia do Nilo durante a reversão sexual. Rev. Bras. Zootec., Viçosa, v. 34, n. 1, p. 1-6, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000100001>
6. EL-Greisy ZA, EL-Gamal AE. Monosex production of tilapia, *Oreochromis niloticus* using different doses of 17 α -methyltestosterone with respect to the degree of sex stability after one year of treatment. Egypt. J. Aquat. Res., [s.l.], v. 38, n. 1, p.59-66, 2012. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2012.08.005>
7. Beardmore JA, Mair JC, Lewis RI. Monosex male production in finfish as exemplified by tilapia: applications, problems, and prospects. Aquaculture, [s. l.], v. 197, p. 283-301, 01 jun. 2001. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00590-7](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00590-7)
8. Hoga CA, Almeida FL, Reyes FGR. A review on the use of hormones in fish farming: Analytical methods to determine their residues. Cyta J. Food, v. 16, n. 1, 679–691, 2018. <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1475423>
9. Cesar MP, Murgas LDS, Araujo, Drummond CD. Métodos para obtenção de população monosexo na piscicultura. Boletim agropecuário, Universidade Federal de Lavras, n° 69, p. 1-27, 2005.
10. Luckenbach JA, Fairgrive WT, Hayman ES. Establishment of monosex female production of sablefish (*Anoplopoma fimbria*) through direct and indirect sex control. Aquaculture, [s.l.], v. 479, p.285-296, out. 2017. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.05.037>
11. Silva WVR, Russo SL. ASPECTOS GERAIS DO SISTEMA DE PROPRIEDADE INTELECTUAL NO BRASIL. In: Russo SL, et al. (org.). PROPRIEDADE INTELECTUAL, TECNOLOGIAS E INOVAÇÃO. Aracaju: Associação Acadêmica de Propriedade Intelectual, 2018. p. 93-107. <http://api.org.br/wp-content/uploads/2018/01/Livro-PITI-pdf.pdf>

12. Oliveira DC, Oliveira JV, Costa VO, Garcia LG, Martins SR. Bibliographic Review of Models of Prospecting Technology Innovation in Conditions of Uncertainty and Unpredictability: an exploratory study. *IPEDR*, [s. l], v. 85, p. 95-111, 2015. <http://www.ipedr.com/vol85/012-R003.pdf>
13. Florêncio MNS, Miranda DPSL, Santos AC, Dias CT, Russo SL, Oliveira Junior AM. Prospecção tecnológica: um estudo sobre os depósitos de patentes em nanobiotecnologia. *Cad. Prospec.*, Salvador, v. 10, n. 2, p. 315-326, abr. 2017. <https://doi.org/10.9771/cp.v10i2.21453>.
14. Rodrigues T, Braghini Junior A. Technological prospecting in the production of charcoal: a patent study. *Renew. Sust. Energ. Rev*, [s. l], v. 11, p. 170-183, set. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.04.080>
15. Alba CF, Suguimoto HH, Morioka LRI. Prospecção tecnológica de patentes sobre compostos bioativos de microalgas. *Braz. J. Dev.* Curitiba, v. 7, n. 8, p. 81223-81236, ago. 2021. <https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/34530/pdf>
16. ShareAmerica. EUA lideram o mundo na proteção da propriedade intelectual [Internet]. [s. l]: ShareAmerica; 2020 [citado 06 dez. 2021]. Disponível em: <https://share.america.gov/pt-br/eua-lideram-o-mundo-na-protecao-da-propriedade-intelectual/>.
17. Silva JC, Hora, HR, Carvalho RA. Prospecção tecnológica para a comunicação imediata entre surdos e ouvintes. *Revista Sinalizar*, [S.L.], v. 4, 15 out. 2019. Universidade Federal de Goiás. <http://dx.doi.org/10.5216/rs.v4.57913>.
18. Rodrigues L. Com timidez do setor privado, universidades lideram patentes no Brasil [internet]. Rio de Janeiro: **AgênciaBrasil**; 2021 [citado 11 dez. 2021]. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-07/com-timidez-do-setor-privado-universidades-lideram-patentes-no-brasil>.
19. Brasil. Classificação de patentes [internet]. Gov.Br. Ministério da Economia (org.); 2021[08 dez. 2021]. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/classificacao-de-patentes>.
20. Reis VR, Almeida FL, Piferrer F. Produção de populações monossexo em peixes. *Rev. Bras. Reprod. Anim*, Belo Horizonte, v. 40, n. 1, p. 22-28, jan/mar. 2016. [http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v40/n1/p22-28%20\(RB607\).pdf](http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v40/n1/p22-28%20(RB607).pdf)
21. Lu B, Liang G, Xu M, Chenxu W, Tan D, Tao W, Sun L, Wang D. Production of all male amelanotic red tilapia by combining MAS-GMT and tyrb mutation. *Aquaculture*, [S.L.], v. 546, p. 737327, jan. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737327>.
22. Kocour M, Linhart O, Gela D, Rodina M. Growth Performance of All-Female and Mixed-Sex Common Carp *Cyprinus Carpio* L. Populations in the Central Europe Climatic Conditions. *J. World Aquac. Soc.*, [S.L.], v. 36, n. 1, p. 103-113, 3 abr. 2007. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-7345.2005.tb00136.x>.

23. David CJ, Pandiam TJ. Cadaveric sperm induces intergeneric androgenesis in the fish, *Hemigrammus caudovittatus*. *Theriogenology*. Abril, 2006, 1;65(6):1048-1070. doi: 10.1016/j.theriogenology.2005.07.014.
24. Morishima K, Fujimoto T, Sato M, Kawae A, Zhao Y, Yamaha E, Arai K. Cold-shock eliminates female nucleus in fertilized eggs to induce androgenesis in the loach (*Misgurnus anguillicaudatus*), a teleost fish. *BMC Biotechnol.*, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 1-4, 29 nov. 2011. <http://dx.doi.org/10.1186/1472-6750-11-116>.
25. Das S. Biotechnological Exploitation of Marine Animals. *Anim. Biotechnol.*, [S.L.], p. 541-562, 2014. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-416002-6.00029-8>.
26. Silva GF. Melhoramento genético de tilápia-do-nilo. In: Silva GF, Maciel LM, Dalmass MV, Gonçalves MT. *Tilápia-do-Nilo: criação e cultivo em viveiros no estado do paraná*. Curitiba: Gia, 2015. Cap. 8. p. 1-290. <https://gia.org.br/portal/wp-content/uploads/2017/12/Livro-pronto.pdf>
27. Abo-Al-Ela HG. Hormones and fish monosex farming: a spotlight on immunity. *Fish Shellfish Immunol.*, [S.L.], v. 72, p. 23-30, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fsi.2017.10.038>.
28. Leeds TD, Weber GM. Effects of triploidy on genetic gains in a rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) population selectively bred for diploid growth performance. *Aquaculture*, [S.L.], v. 505, p. 481-487, abr. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.03.003>.
29. Nascimento NF, Monzoni OS, Pereira-Santos M, Niedzielski, D, Senhorini JA, Silva LA, Nakaghi LSO, Yasui GS. The first case of induced gynogenesis in neotropical fishes using the yellowtail tetra (*Astyanax altiparanae*) as a model organism. *Aquaculture*, [S.L.], v. 514, p. 734432, jan. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734432>.
30. Mtaki K, Limbu S, Mmochi AJ, Mtolera M. Hybrids production as a potential method to control prolific breeding in tilapia and adaptation to aquaculture climate-induced drought. *Aquac Fish.* [S.L.], 6 pag., abr. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aaf.2021.04.005>.
31. Zhang H, Liu SJ, Zhang C, Tao M, Peng LY, You CP, Xiao J, Zhou Y, Zhou GJ, Luo KK, Liu Y. Induced Gynogenesis in Grass Carp (*Ctenopharyngodon idellus*) Using Irradiated Sperm of Allotetraploid Hybrids. *Mar. Biotechnol.*, [S.L.], v. 13, n. 5, p. 1017-1026, jan. 2011. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10126-011-9365-8>.
32. Gao FX, Lu WJ, Wang Y, Zhang QY, Zhang YB, Mou CY, Li Z, Zhang XJ, Liu CW, Zhou L, Gui JF. Differential expression and functional diversification of diverse immunoglobulin domain-containing protein (DICP) family in three gynogenetic clones of gibel carp. *Dev. Comp. Immunol.*, [S.L.], v. 84, p. 396-407, jul. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dci.2018.03.013>.

33. Hu F, Fan J, Luo K, Zhou Y, Wu C, Luo L, Wang S, Tao M, Zhang C, Chen B, Ma M, Liu S. Comparative analyses of reproductive characteristics of functional sex reversal male gynogenetic red crucian carp and ordinary male red crucian carp. *Aquaculture*, [S.L.], v. 511, p. 634199, set. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.06.013>.
34. Rougeot C, Ngingo JV, Gillet L, Vanderplassen A, Mérlad C. Gynogenesis induction and sex determination in the Eurasian perch, *Perca fluviatilis*. *Aquaculture*, [S.L.], v. 243, n. 1-4, p. 411-415, jan. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.11.004>.
35. Rahman MR, Sarder MRI, Nishat AA, Islam R. Induction of diploid gynogenesis by heat shock treatment in silver barb (*Barbonymus gonionotus*). *Aquaculture*, [S.L.], v. 505, p. 297-305, abr. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.02.015>.
36. Manan H, Bakar NHA, Lyana NA, Amin-safwan A. A review of gynogenesis manipulation in aquatic animals. *Aquac. Fish.*, [S.L.], v., n., p. 1-6, dez. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aaf.2020.11.006>.
37. Li S, Zhou Y, Yang C, Fan S, Huang L, Zhou T, Wang Q, Zhao R, Tang C, Tao M, Liu S. Comparative analyses of hypothalamus transcriptomes reveal fertility-, growth-, and immune-related genes and signal pathways in different ploidy cyprinid fish. *Genomics*, [S.L.], v. 113, n. 2, p. 595-605, mar. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ygeno.2021.01.004>.
38. El-Sayed AM, Aziz MFAA, Elsayed HAG. Effects of phytoestrogens on sex reversal of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae fed diets treated with 17 α -Methyltestosterone. *Aquaculture*, [s.l.], v. 360-361, p.58-63, set. 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquacultura.2012.07.010>.

Recebido em: 11/04/2022

Aceito em: 29/06/2022