

Diagnóstico e bases para o plano de desenvolvimento sustentável da Aquicultura do Mato Grosso do Sul

Convênio N° 938234/2022
N° Processo: 59800002342202213





DIAGNÓSTICO E BASES PARA O PLANO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA AQUICULTURA DO MATO GROSSO DO SUL

Convênio N 938234/2022

N Processo: 59800002342202213

Coordenação geral

Prof. Dr. Ruberval Franco Maciel

Coordenação técnica

Prof.^a Dr.^a Cristiane Meldau de Campos

Pesquisadores

Alysson Martins Vanderley

Cristiane Meldau de Campos

Kathianne Kelly Chaves de Oliveira

Mateus Boldrine Abrita

Nelagley Marques

Ruberval Franco Maciel

Rubia Mara Gomes Acunha

Vanessa Aparecida de Moraes Weber

NOVEMBRO – 2024

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ranking de maiores exportações por estados de Peixes e crustáceos, moluscos e outros invertebrados aquáticos (SH2) em FOB (US\$)73

Quadro 2 - Pesquisas com utilização de resíduos oriundos de produção aquícola no Brasil95

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Consumo aparente de peixe per capita por região e grupo econômico em 201713

Tabela 2 - Distribuição de propriedades com inscrição estadual para aquicultura e unidades de produção (tanque escavado ou tanque-rede) por microrregião do Estado de Mato Grosso do Sul26

Tabela 3 - Frequência de ocorrência das espécies de organismos aquáticos cultivados nos municípios com maior número de inscrições estaduais31

Tabela 4 - Participação dos setores econômicos na composição do PIB - Brasil e Mato Grosso do Sul – 2014 a 2020 (%)69

Tabela 5 - Produção da aquicultura no Brasil e MS Valor da produção (Mil Reais)71

Tabela 6 - Relação de troca entre peixe e a ração no Brasil75

Tabela 7 - Ranking dos principais produtores mundiais de algas aquáticas (por mil toneladas peso vivo)75

Tabela 8 - Principais produtores de aquicultura com porcentagem relativamente elevada de “bivalves” na produção aquática total76

Tabela 9 - Carga horária total das instituições de ensino superior com cursos e/ou disciplinas na área de Aquicultura no Estado de Mato Grosso do Sul92

Tabela 10 - Listagem de artigos científicos que usaram diferentes tecnologias, selecionados no período de 2011 a 2023108

Tabela 11 - Listagem de artigos complementares de análise histomorfométrica digital, correspondente ao período de 2017 a 2024110

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comparação dos principais produtos de origem animal na ingestão de proteínas per capita no Brasil para os anos de 1993 e 2013¹⁴

Figura 2 - Bacias hidrográficas no estado de Mato Grosso do Sul²¹

Figura 3 - Produção de peixe (unidade e tonelada) por ano nos municípios do Estado de Mato Grosso do Sul²²

Figura 4 - Regiões de planejamento do estado de Mato Grosso do Sul²³

Figura 5 - Tipos de sistemas de produção aquícola adotados no estado de Mato Grosso do Sul²⁵

Figura 6 - Ranking dos municípios de acordo com o número de propriedades com inscrição estadual (\geq setenta propriedades inscritas)²⁶

Figura 7 - Distribuição dos municípios do MS que somam 25% das propriedades com inscrição estadual para aquicultura²⁷

Figura 8 - Percentual das espécies de peixes produzidas nos municípios com maior número de inscrições estaduais²⁸

Figura 9 - Finalidade da produção em porcentagem das propriedades com inscrição para aquicultura²⁹

Figura 10 - Caracterização dos municípios de acordo com a porcentagem (%) de cada finalidade de produção³⁰

Figura 11 - Distribuição das unidades aquícolas nos municípios com maior número de propriedades inscritas na aquicultura³²

Figura 12 - Participação dos municípios da microrregião Bolsão quanto ao número de propriedades inscritas para aquicultura³³

Figura 13 - Parques aquícolas continentais incluídos no Plano Safra da Pesca e Aquicultura³³

Figura 14 - Finalidade de exploração por município da microrregião Bolsão³⁴

Figura 15 - Distribuição das espécies de peixe produzidas na microrregião Bolsão³⁵

Figura 16 - Distribuição dos sistemas de produção aquícola por municípios da microrregião Bolsão³⁶

Figura 17 - Imagem por satélite da produção de tilápia em tanques-rede da empresa Tilabrás, no Reservatório de Ilha Solteira, em Selvíria-MS, em 202436

Figura 18 - Sistema de produção (A), Descarte de água (B), Tratamento de afluentes (C) e Tratamento de efluente (D) em pisciculturas na microrregião Bolsão37

Figura 19 - Distribuição de propriedades inscritas para aquicultura por município da microrregião de Campo Grande38

Figura 20 - Finalidade de exploração para a microrregião de Campo Grande38

Figura 21 - Espécies de peixe produzidas na microrregião de Campo Grande39

Figura 22 - Sistemas de produção aquícola utilizados na microrregião de Campo Grande.39

Figura 23 - Imagens por satélite das empresas Projeto Pacu, em Terenos, MS (imagem superior) e Piraí Piscicultura, em Cachoeirão, MS (B), ambas na microrregião Campo Grande, 202440

Figura 24 - Sistema de produção (A), Descarte de água (B), Tratamento de afluentes (C) e Tratamento de efluente (D) em pisciculturas na microrregião de Campo Grande41

Figura 25 - Participação das propriedades com inscrição para aquicultura por município da microrregião Cone-Sul42

Figura 26 - Finalidade da produção nas pisciculturas da microrregião Cone-Sul43

Figura 27 - Sistemas de produção adotados nas pisciculturas da microrregião Cone-Sul43

Figura 28 - Espécies de peixes cultivadas nas unidades de produção na microrregião Cone-Sul44

Figura 29 - Participação dos itens Sistema de produção (A), Descarte de água (B), Tratamento de afluentes (C) e Tratamento de efluente (D) em pisciculturas na microrregião Cone Sul44

Figura 30 - Participação das propriedades com inscrição para aquicultura por município da microrregião da Grande Dourados45

Figura 31 - Finalidade da produção nas pisciculturas da microrregião da Grande Dourados46

Figura 32 - Espécies de peixes cultivadas nas unidades de produção na microrregião da Grande Dourados46

Figura 33 - Sistemas de produção adotados nas pisciculturas da microrregião Grande Dourados47

Figura 34 - Participação dos itens Sistema de produção (A), Descarte de água (B), Tratamento de afluentes (C) e Tratamento de efluente (D) em pisciculturas na microrregião Grande Dourados47

Figura 35 - Participação das propriedades com inscrição para aquicultura por município da microrregião Leste48

Figura 36 - Finalidade da produção nas pisciculturas da microrregião Leste48

Figura 37 - Espécies de peixes cultivadas nas unidades de produção na microrregião Leste49

Figura 38 - Sistemas de produção adotados nas pisciculturas da microrregião Leste49

Figura 39 - Participação dos itens Sistema de produção (A), Descarte de água (B), Tratamento de afluentes (C) e Tratamento de efluente (D) em pisciculturas na microrregião Leste50

Figura 40 - Participação das propriedades com inscrição para aquicultura por município da microrregião Norte51

Figura 41 - Finalidade da produção nas pisciculturas da microrregião Norte52

Figura 42 - Espécies de peixes cultivadas nas unidades de produção na microrregião Norte52

Figura 43 - Sistemas de produção adotados nas pisciculturas da microrregião Norte53

Figura 44 - Participação dos itens Sistema de produção (A), Descarte de água (B), Tratamento de afluentes (C) e Tratamento de efluente (D) em pisciculturas na microrregião Norte53

Figura 45 - Participação das propriedades com inscrição para aquicultura por município da microrregião Pantanal54

Figura 46 - Finalidade da produção aquícola na microrregião Pantanal55

Figura 47 - Espécies de organismos aquáticos cultivadas nas unidades de produção na microrregião Pantanal56

Figura 48 - Sistemas de produção adotados nas pisciculturas da microrregião Pantanal57

Figura 49 - Participação dos itens Sistema de produção (A), Descarte de água (B), Tratamento de afluentes (C) e Tratamento de efluentes (D) em pisciculturas na microrregião Pantanal⁵⁸

Figura 50 - Participação das propriedades com inscrição para aquicultura por município da microrregião Sudoeste⁵⁹

Figura 51 - Finalidade da produção aquícola na microrregião Sudoeste⁵⁹

Figura 52 - Espécies de organismos aquáticos cultivados nas unidades de produção na microrregião Sudoeste⁶⁰

Figura 53 - Sistemas de produção adotados nas pisciculturas da microrregião Sudoeste⁶⁰

Figura 54 - Participação dos itens Sistema de produção (A), Descarte de água (B), Tratamento de afluentes (C) e Tratamento de efluentes (D) em pisciculturas na microrregião Sudoeste⁶¹

Figura 55 - Participação das propriedades com inscrição para aquicultura por município da microrregião Sul-Fronteira⁶²

Figura 56 - Finalidade da produção aquícola na microrregião Sul-Fronteira⁶²

Figura 57 - Espécies de peixes cultivados nas unidades de produção na microrregião Sul-Fronteira⁶³

Figura 58 - Sistemas de produção adotados nas pisciculturas da microrregião Sul-Fronteira⁶³

Figura 59 - Participação dos itens Sistema de produção (A), Descarte de água (B), Tratamento de afluentes (C) e Tratamento de efluentes (D) em pisciculturas na microrregião Sul Fronteira⁶⁴

Figura 60 - Indústrias ativas de processamento de pescado em Mato Grosso do Sul⁶⁶

Figura 61 - Volume de produção (em toneladas) de pescado por microrregião em Mato Grosso do Sul⁶⁷

Figura 62 - Taxa de Crescimento Real do Produto Interno Bruto de Mato Grosso do Sul e projeções* (%)⁶⁸

Figura 63 - Evolução de empregos formais na aquicultura no MS⁷⁰

Figura 64 - Principais municípios do MS no emprego na aquicultura⁷⁰

Figura 65 - Exportações e Importações do Brasil pesca e aquicultura - preços: índice (média 2018 = 100)⁷²

Figura 66 - Exportações e Importações cod (SH2) Peixes e crustáceos, moluscos e outros invertebrados aquáticos no MS (Valor FOB, US\$)73

Figura 67 - Preços da tilápia em importantes regiões produtoras do Brasil74

Figura 68 - Fluxo do processo de regularização para a cessão de uso em aquicultura em águas da União no DEAU/SNA/MAPA81

Figura 69 - Total de pescados vendido na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil112

Sumário

- 1 Panorama da aquicultura no mundo – produção e consumo12
 - 1.1 Brasil no contexto da produção aquícola14
- 2 Metodologia de trabalho18
- 3 Distribuição geográfica da produção aquícola no estado de Mato Grosso do Sul21
 - 3.1 Microrregião Bolsão32
 - 3.2 Microrregião Campo Grande38
 - 3.3 Microrregião Cone Sul42
 - 3.4 Microrregião Grande Dourados45
 - 3.5 Microrregião Leste48
 - 3.6 Microrregião Norte51
 - 3.7 Microrregião Pantanal54
 - 3.8 Microrregião Sudoeste58
 - 3.9 Microrregião Sul-Fronteira61
- 4 Indústrias de pescado no estado de Mato Grosso do Sul65
 - 4.1 Plano Estadual de fortalecimento da cadeia produtiva da piscicultura no Estado de Mato Grosso do Sul - Pro-Peixe65
 - 4.2 Plantas de processamento e volume de produção de pescado no MS66
- 5 Aquicultura no Mato Grosso do Sul - uma análise de indicadores econômicos68
 - 5.1 Análise mundial75
- 6 Bases legais da aquicultura no estado de Mato Grosso do Sul77
- 7 Fontes de financiamento do setor aquícola, programas e projetos de fomento à aquicultura83
- 8 Instituições voltadas à assistência técnica88
- 9 Produção, tratamento e uso dos resíduos da aquicultura (Rota da Economia Circular): impactos e oportunidades de negócios para resíduos da produção aquícola93
- 10 Perfil socioeconômico dos produtores96
- 11 Organizações e lideranças setoriais98
- 12 Tecnologias empregadas e oportunidade de inovação tecnológica100
- 13 Valor adicionado por elo da cadeia produtiva111

- 14 Sistemas de cultivo utilizados na aquicultura e seu impacto na convivência de enfermidades113
- 15 Evolução do melhoramento genético e seu impacto em relação às enfermidades e desempenhos zootécnicos118
 - 15.1 Melhoramento genético da tilápia119
 - 15.2 Produção e avanços no melhoramento genético de peixes nativos120
 - 15.3 Tecnologia disponível para aumentar a produtividade aquícola121
- 16 Oportunidades, desafios e tendências do setor aquícola123
- 17 Comparação com padrões internacionais de competitividade126
- 18 Indicações de potenciais polos de produção a serem trabalhados pelo Rotas de Integração Nacional (critérios de definição de pólos)129
- 19 Propostas estratégicas para o futuro da cadeia produtiva da piscicultura em Mato Grosso do Sul130
 - I. Trabalho unificado entre órgãos locais130
 - II. Mapeamento da aquicultura com tecnologia avançada130
 - III. Implementação de políticas de apoio ao cultivo de espécies nativas131
 - IV. Aprimoramento do aproveitamento da tilápia e subprodutos.131
 - V. Expansão da oferta de produtos de valor agregado131
 - VI. Promoção e *marketing* do setor com foco nas espécies produzidas131
 - VII. Apoio ao cooperativismo e associativismo132
 - VIII. Ampliação de linhas de crédito e incentivos fiscais132
 - IX. Inovação tecnológica e gestão profissional132
 - X. Implementar a certificação132
 - XI. Estimular o consumo local e expandir o mercado internacional133
- 20 Considerações finais134
- Referências137

1 Panorama da aquicultura no mundo – produção e consumo

A população mundial está em constante crescimento e o aumento do número de pessoas traz consigo problemas globais como a produção de alimentos, garantia de acesso e disponibilidade de água potável, saneamento e sua relação com o ambiente, entre outras questões que estão elencadas dentro dos objetivos do desenvolvimento sustentável descrito nas ODS, a serem alcançados até 2030. O aumento populacional e o desenvolvimento econômico intensificam a demanda por sistemas alimentares mais eficientes, com destaque para os alimentos aquáticos, que desempenham papel crucial para garantir a segurança alimentar e as necessidades nutricionais de uma população crescente.

A aquicultura tem se destacado como grande aliada a essa demanda pela produção de proteína animal. Em 2024, a produção global de aquicultura alcançou um novo recorde, superando pela primeira vez a produção de captura de peixes. A produção total de produtos aquáticos chegou a 223,2 milhões de toneladas, um aumento de 4,4% em relação ao ano de 2020. Desse total, 185,4 milhões de toneladas foram de animais aquáticos, dos quais 94,4 milhões de toneladas (51%) vieram da aquicultura, enquanto 89,8 milhões de toneladas vieram da pesca de captura.

Historicamente, a Ásia ocupa o primeiro lugar no ranking global da produção de pescado e, até hoje, continua a liderar a produção aquícola, com China, Indonésia, Índia e Bangladesh sendo os maiores produtores. Juntos, os países asiáticos respondem por 90% da produção mundial de aquicultura.

De 1961 a 2019, o consumo per capita de alimentos aquáticos (excluindo as algas) aumentou a uma taxa média anual de 3%, mais do que o dobro da taxa de crescimento da população mundial. A tabela 1 fornece um panorama detalhado do consumo aparente de pescado por região no mundo, revelando variações significativas entre os continentes e grupos econômicos. Em 2020, o consumo de pescado, no mundo, esteve em 20,2 kg per capita, um consumo retraído em função da pandemia pela COVID-19.

No Brasil, o consumo de peixe sempre esteve aquém do recomendado pela Organização Mundial de Saúde/OMS. Entre a década de 1990 e 2013, houve aumento

considerável na ingestão total de proteína per capita, no país, indo de 69,55 g/capita/dia, em 1993 para 94,99 g/capita/dia em 2013, porém, entre os principais produtos proteicos de origem animal, a proteína bovina sempre teve a maior participação. Em 2013, a participação do pescado no total de proteína de origem animal consumida no Brasil foi de 5,5%, tendo sido 0,97% maior do que em 1993 (Figura 1). A ingestão passou de 1,42 g/capita/dia em 1993 para 2,89 g/capita/dia em 2013, a uma taxa de crescimento de 3,62% ao ano. Os peixes de água doce (tilápias e tambaquis) foram os que mais colaboraram para o aumento da ingestão de proteína de pescado, pois possibilitaram um incremento médio referente a 1,08 g/capita/dia (crescimento de 7,07% ao ano), em detrimento da participação dos peixes marinhos.

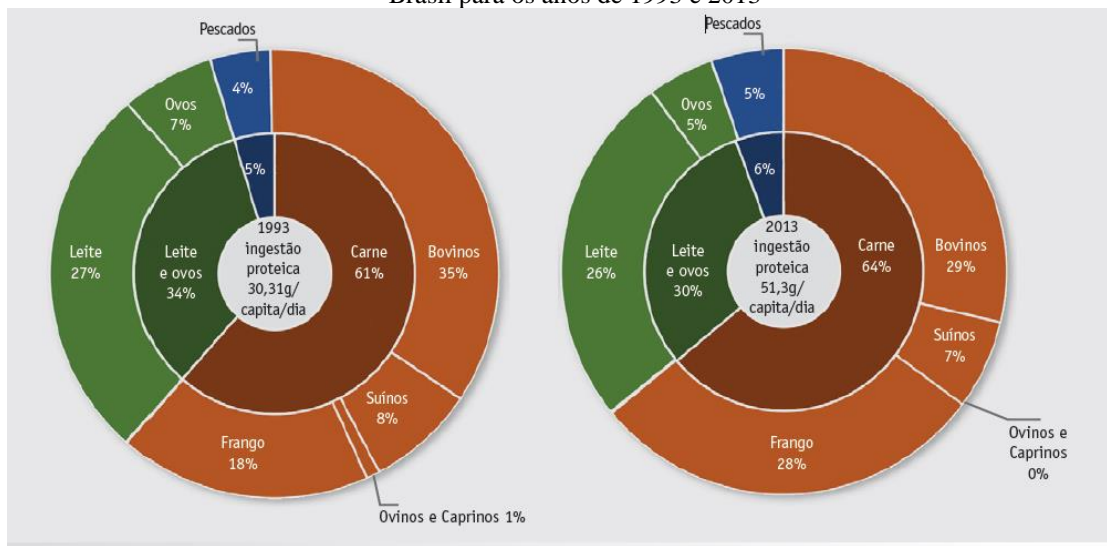
O consumo de pescado per capita no Brasil representa praticamente a metade (55,15%) da média mundial e, apesar do consumo de proteínas de origem animal no país ser 60% maior do que a média mundial (32,1 g/capita/dia), a participação do pescado na composição total de proteínas animais ingeridas é menor no Brasil.

Tabela 1 - Consumo aparente de peixe per capita por região e grupo econômico em 2017

Região/Grupo econômico	Consumo per capita peixe (kg/ano)
Mundo	20,3
Mundo (excluindo a China)	16,0
África	9,9
América do Norte	22,4
América Latina e Caribe	10,5
Ásia	24,1
Europa	21,6
Oceania	24,2
Países desenvolvidos	24,4
Países menos desenvolvidos	12,6
Outros países em desenvolvimento	20,7
Países de baixa renda com déficit alimentar	9,3

Fonte: adaptado de FAO (2020, p.70)

Figura 1 - Comparação dos principais produtos de origem animal na ingestão de proteínas per capita no Brasil para os anos de 1993 e 2013



Fonte: WAPI-FISHCSP (2018)

A produção de peixe, especialmente por meio da aquicultura, tem se mostrado uma solução estratégica para o enfrentamento de desafios globais como a segurança alimentar, a nutrição e a sustentabilidade ambiental. O Governo Federal assinou, em novembro/2024, um pacto de cooperação para impulsionar o uso de reservatório da União na aquicultura, sinalizando mais uma vez o incentivo e o fomento à atividade no país. No entanto, é crucial que as políticas públicas e os investimentos no setor aquático se alinhem aos objetivos globais de desenvolvimento sustentável, para que a aquicultura possa continuar a crescer de forma responsável, beneficiando tanto os consumidores quanto os produtores.

1.1 Brasil no contexto da produção aquícola

Há registros da prática da aquicultura no Brasil desde o século XVII, entretanto, essa atividade pode ser considerada relativamente nova, já que foi apenas nos anos 70 que começou a ser encarada de forma profissional (Valenti et al., 2021). Desde então, mais de 60 espécies de organismos aquáticos têm sido produzidas em propriedades em todo o país, tanto de água doce, como de água salgada. Embora a aquicultura brasileira seja

constituída por diferentes grupos, entre eles, peixes de água doce e salgada, rãs, camarões marinhos e dulcícolas, moluscos bivalves e répteis, os destaques ao longo desses anos foram: o camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) e as carpas (*Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idella*, *Hypophthalmichthys molitrix* e *Hypophthalmichthys nobilis*), o camarão gigante (*Macrobrachium rosenbergii*), o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e, mais recentemente, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e o tambaqui (*Colossoma macropomum*), entre as espécies dulcícolas (Valenti et al., 2021).

A piscicultura é a cadeia produtiva que mais se destaca dentro da aquicultura, tendo a produção de peixes de água doce representando cerca de 90% do setor aquícola. Nas duas últimas décadas, teve um crescimento rápido, saindo de números quase insignificantes, nos anos 80, para alcançar mais de meio milhão de toneladas em 2014 (Saint-Paul, 2017). Em 2023, a produção de peixes de cultivo no Brasil chegou a 887.029 toneladas. O país comercializou 6.815 toneladas de peixes de cultivo, alavancando as exportações com receita de US\$24,7 milhões. Esse resultado é 4% superior ao obtido em 2022 (Peixe BR, 2024).

Entre as diversas espécies de peixe produzidas no país, a tilápia (*Oreochromis niloticus*), embora não seja espécie nativa, aparece em primeiro lugar, atingindo 65,3% de participação na produção total no ano de 2023 (Peixe BR, 2024), com um aumento de 1,37% em relação ao ano de 2022. Atualmente, 29,7% do total da produção piscícola é de espécies nativas tais como os peixes redondos, tambaqui (*Colossoma macropomum*) e seus híbridos (tambaqui e pirapitinga; tambaqui x pacu), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e seus híbridos, além de piraputanga (*Brycon hilarii*), pirarucu (*Arapaima gigas*), matrinxã (*Brycon cephalus*), piavuçu (*Megaleporinus* spp.) e, pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e seus híbridos (pintado x cachara; jundiá da Amazônia x cachara; cachara x pintado) (Peixe BR, 2023). Os 5% restantes da produção nacional de peixes são constituídos por outras espécies, tais como carpa, truta e pangásius.

Maior diversificação de espécies é a premissa para impulsionar a aquicultura brasileira (Oboh, 2022) e também corroborar com a megatendência do mercado que é a ampliação do consumo de pescado, devido à preocupação com a qualidade de vida, com a saúde do homem e com a real alternativa para colocar proteína de origem animal à mesa da população mundial que tende a crescer. Segundo a Organização das Nações Unidas

para a Alimentação e Agricultura (FAO), em 2050, a população deverá chegar a 10 bilhões de habitantes e aumento de 5 kg de pescado por habitante, significando uma demanda adicional de 50 milhões de toneladas/ano, portanto, o Brasil, com toda a sua diversidade de espécies para a aquicultura e, em especial a piscicultura, terá um grande papel social.

A tilápia é a proteína animal que mais cresce no Brasil, em que a tilapicultura teve um crescimento de 103% nos últimos dez anos, saindo de 285.000 toneladas (t) para 579.000 t (Peixe BR, 2024). As regiões Sul e Sudeste se destacam na piscicultura, sendo representados pelos estados do Paraná e São Paulo, respectivamente, primeiro e segundo maiores produtores de peixe de cultivo e, com larga predominância da tilápia. O cooperativismo na tilapicultura e os bons preços da tilápia ao longo do ano, no Paraná, têm consolidado o estado no topo do *ranking* dos maiores produtores de peixe.

A produção de peixes nativos apresentou pequena queda (1,3%) de 2022 para 2023, influenciada por problemas sanitários, mas principalmente pela falta de incentivo do seu cultivo. Os peixes nativos estão sendo produzidos, majoritariamente na região Norte do país, com destaque para produção de tambaqui em Rondônia, que produziu 56.500 t no ano passado. A região Centro-Oeste registrou queda de 1,6% na produção do final do período pandêmico para 2022, mas vem garantindo a representatividade entre os dez maiores produtores de peixe no país, com o oitavo lugar do estado de Mato Grosso do Sul (Peixe BR, 2023).

O estado de Mato Grosso do Sul, nos últimos anos, vem se destacando no cenário da piscicultura brasileira, tornando-se líder na exportação de pescado entre os estados brasileiros, e, ocupando, atualmente, o segundo lugar nesse *ranking*. Esse destaque é decorrente de política de fomento estabelecida pelo Governo Estadual, o qual, desde o ano 2000, vem fortalecendo a piscicultura com a criação do programa Peixe Vida; posteriormente, em 2003, instituiu o Programa de Avanços na Pecuária de Mato Grosso do Sul - PROAPE, o qual teve um Subprograma de Apoio à Piscicultura Peixe Vida, para estabelecimento de normas para credenciamento de empresas e profissionais de assistência técnica, além de criar incentivos fiscais aos produtores nele inseridos. Mais recentemente, o Governo do Estado estabeleceu o programa PROPEIXE que busca fomentar a produção local por meio de incentivo, suporte e desenvolvimento científico e

tecnológico, visando desenvolver ainda mais a piscicultura na matriz econômica estadual, além da implantação de incentivos fiscais que atraíram grandes empresas para o estado. No *ranking* nacional de competitividade entre os estados, o MS aparece em 8º lugar na questão de infraestrutura e sustentabilidade social e, em 5º lugar, no quesito solidez fiscal (CLP, 2024), posição relevante para atração de empresas para o estado.

Ainda que a aquicultura apresenta crescente relevância para a economia do estado de Mato Grosso do Sul, com panorama positivo, a ausência ou volume incipiente de informações e dados que possibilitem a tomada de decisão no sentido de fixar planejamentos setoriais, planos, programas e projetos governamentais para o fomento e estruturação da atividade produtiva é problema a ser resolvido. Apesar da dificuldade de obtenção de dados estatísticos, é importante a realização de estudos para analisar a evolução do setor e o desenvolvimento produtivo da atividade para traçar diagnósticos e cenários futuros para o planejamento de políticas públicas.

Este relatório apresenta um diagnóstico da aquicultura no Estado de Mato Grosso do Sul, desde sua produção até o mercado, passando pelas oportunidades e desafios gerados pela cadeia do peixe.

2 Metodologia de trabalho

Para trazer uma visão geral atualizada da aquicultura no estado de Mato Grosso do Sul, foram utilizadas como técnicas de coleta de dados, levantamento bibliográfico, levantamento de dados por meio de questionário aplicado usando a plataforma *Google Forms*, levantamento de dados estatísticos de diferentes fontes, tais como órgãos governamentais, tendo como fornecedores principais dos dados a Secretaria de Meio Ambiente, Desenvolvimento, Ciência e Inovação - SEMADESC, Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural - AGRAER, Agência Nacional de Defesa Sanitária Animal e Vegetal do MS - IAGRO, bem como outras instituições públicas, como a Superintendência da Pesca e Aquicultura do MS - SPA; além de órgãos oficiais de estatísticas, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Também foram realizadas visitas técnicas em pisciculturas e indústrias para auxiliar na discussão crítica sobre os dados de produção que estão disponíveis atualmente.

Para os dados das propriedades cadastradas, os dados numéricos foram trabalhados em planilhas do Excel. Na base de dados, cada propriedade tem um número de inscrição. Para cada unidade de produção (viveiro/tanque escavado, reservatório, barragem, tanque-rede etc.), essa inscrição foi repetida. Os cálculos foram feitos primeiro com base no número de inscrições sem se repetir, para determinar a quantidade de propriedades, e, depois, contando as repetições para determinar o número de unidades de produção por microrregião que o estado é dividido. A divisão por microrregião foi utilizada de acordo com MS (2015).

Para definir os municípios que apresentam maior relevância para a atividade aquícola, foram obtidos dados da produção por município (em quilogramas e em milheiros), a partir de registros de produção obtidos por meio da Pesquisa Pecuária Municipal (PPM), do ano de 2023, do IBGE por intermédio da Plataforma Sidra (Sistema IBGE de Recuperação Automática).

Visando avaliar a distribuição territorial da aquicultura de Mato Grosso do Sul, foi calculada a participação relativa de cada município em comparação à produção aquícola total do estado. Uma vez definidas as suas contribuições individuais, os

municípios foram ordenados segundo o critério decrescente de participação relativa, o que possibilitou mensurar a quantidade acumulada para esse conjunto de dados.

Utilizando-se da variável Inscrição Estadual para Aquicultura, foi calculada a participação relativa de cada município em comparação ao número total de propriedades inscritas no estado de Mato Grosso do Sul e, para os municípios com número igual ou maior que setenta inscrições estaduais foram apresentadas informações mais detalhadas das espécies produzidas, os sistemas de produção por município, a finalidade da produção, o tratamento com a água, presença de responsável técnico. Esse mesmo recorte foi feito para cada microrregião apresentada.

Para o levantamento sobre o uso de Visão Computacional e Inteligência Artificial, a revisão da literatura foi retrospectiva considerando o período entre 2011 a 2023, tendo como critério de inclusão as pesquisas disponíveis *online* desenvolvidos por pesquisadores individuais ou com seus pares e alunos orientados, direta ou em colaboração, com foco em descrição de espécies e ações de sustentabilidade e segurança no estado do Mato Grosso de Sul, atendendo ao objetivo central de descrever o que está sendo produzido e que sirva de norteador para estudos futuros e políticas públicas voltadas ao meio ambiente. A estrutura usou os termos norteadores de Visão Computacional e Inteligência Artificial que foram associados com Aquicultura, Piscicultura, Organismos Aquáticos e Bioparques, e ainda a junção com o conectivo Pantanal.

Os conectivos semânticos foram dispostos em combinação binária: Aquicultura e Mato Grosso do Sul e/ou Pantanal, Piscicultura e Mato Grosso do Sul e/ou Pantanal, Organismos Aquáticos e Mato Grosso do Sul e/ou Pantanal, Bioparques e Mato Grosso do Sul e/ou Pantanal. Numa primeira busca em termos gerais foram encontrados 1705 artigos, que se distribuíram segundo as combinações de busca em: 517 para Aquicultura e Mato Grosso do Sul e/ou Pantanal, 445 para Piscicultura e Mato Grosso do Sul e/ou Pantanal, 593 para Organismos Aquáticos e Mato Grosso do Sul e/ou Pantanal, e 50 para Bioparques e Mato Grosso do Sul e/ou Pantanal. Posteriormente, cada grupo foi ainda associado com os termos Visão Computacional e/ou Inteligência Artificial, considerando como critérios de exclusão não haver pesquisador local ou estar em parceira, desenvolvido por instituição ou grupo externo ao Mato Grosso do Sul, e quando a

produção fosse de revisão de literatura ou com cunho apenas comercial e econômico, e a sobreposição de documentos, foram então agrupados em três grupos distintos de publicações: Aquicultura e piscicultura, 18; Organismos aquáticos, 2; Bioparque, 2; ao final resultando na seleção de 22 produtos da literatura.

Neste relatório, após a compilação dos dados, são apresentados: o estado da arte da aquicultura no mundo e no Brasil e um panorama mais detalhado da produção de peixe no estado de Mato Grosso do Sul, com distribuição geográfica da produção, estrutura fundiária do setor, assistência e formação técnica, perfil da indústria e suas localizações, aspectos ambientais da aquicultura, fontes de financiamento do setor, produção, tratamento e uso dos resíduos da aquicultura, evolução dos preços de mercado dos principais produtos a partir de 2013, indicadores de comércio exterior da aquicultura, programas e projetos de fomento à aquicultura no Centro-Oeste, bem como instituições e fontes de recursos voltados à assistência técnica, perfil socioeconômico dos produtores.

Além disso, são apresentadas organizações e lideranças setoriais, potencial de inclusão produtiva, sistemas de cultivo utilizados na aquicultura e seu impacto na convivência de enfermidades e evolução do melhoramento genético e seu impacto em relação às enfermidades e desempenhos zootécnicos, tecnologias empregadas e oportunidade de inovação tecnológica, valor adicionado por elo da cadeia produtiva, principais mercados exportadores e importadores de pescado e o status do Brasil no mercado mundial, comparação com padrões internacionais, oportunidades, desafios e tendências do setor, indicações de potenciais polos de produção a serem trabalhados pelo Rotas de Integração Nacional.

Ao final, são apontadas as oportunidades e desafios do setor e apresentadas as propostas estratégicas para o futuro da cadeia produtiva da piscicultura em Mato Grosso do Sul.

3 Distribuição geográfica da produção aquícola no estado de Mato Grosso do Sul

O estado de Mato Grosso do Sul é drenado por duas importantes bacias hidrográficas, as quais praticamente dividem o estado ao meio (Figura 2). A bacia do Alto Paraná representa 47,46% da área do estado e a bacia do rio Paraguai representa 52,54% da área (ZEE-MS, 2009), o que deixa a parte oeste do estado legalmente proibida de produzir tilápia, o peixe mais amplamente produzido no país. O estado conta também com grande volume de água dos lagos resultantes das hidroelétricas da bacia hidrográfica do Paraná, que são áreas propícias à piscicultura em tanque-rede, condição favorável para a tilapicultura que já é a mais praticada nesse sistema de cultivo. A disponibilidade de recursos hídricos do estado é de $111,051 \text{ L.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ (Plano Estadual de Mato Grosso do Sul, 2010), sendo um dos estados mais abundantes em água, possuindo em seu domínio uma das maiores reservas de água doce superficial e muito expressiva também em reserva de água subterrânea.

Figura 2 - Bacias hidrográficas no estado de Mato Grosso do Sul

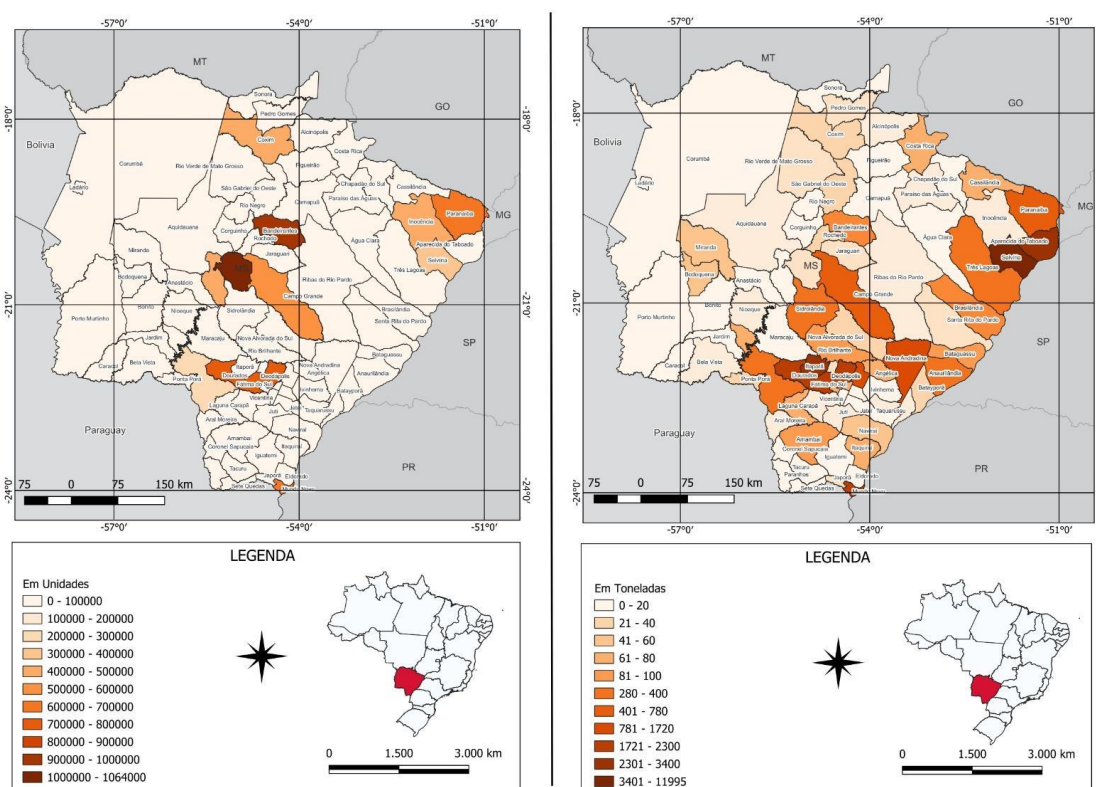


Fonte: FAMASUL (2022).

Além do potencial hídrico, o estado de Mato Grosso do Sul tem um clima favorável, o qual mantém uma faixa de temperatura da água adequada ao cultivo de organismos aquáticos em boa parte do ano. Dados do IBGE (2028) mostravam a produção aquícola sul-mato-grossense composta, majoritariamente, pela piscicultura, caracterizada por 96% de peixes e apenas 4% de outras atividades. Atualmente, com exceção da produção de jacaré, no município de Corumbá, a atividade é baseada na piscicultura.

Os municípios que mais se destacam em volume de produção piscícola no estado, são o município de Selvíria com 11.995,21 toneladas de peixes, seguido de Aparecida do Taboado, Itaporã, Dourados e Mundo Novo. Já o município de Terenos aparece no topo do *ranking* de quantidade de peixes produzidos, com 1.064.000 peixes (Figura 3).

Figura 3 - Produção de peixe (unidade e tonelada) por ano nos municípios do Estado de Mato Grosso do Sul



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Visando estabelecer uma organização do espaço geográfico do território de Mato Grosso do Sul, foi proposta a regionalização do estado em nove microrregiões (Campo Grande, Bolsão, Norte, Leste, Sudoeste, Sul-Fronteira, Grande Dourados, Cone Sul e Pantanal) (SEMADE, 2015) (Figura 4), com sete polos de produção de pescado, distribuídos nas regiões Norte, Centro, Sudoeste, Sul-Fronteira, Grande Dourados, Cone Sul e Costa Leste. No Cone Sul, a maior representatividade é de pequenos produtores e na Costa Leste pode ser observada grande concentração da produção de tilápia.

Figura 4 - Regiões de planejamento do estado de Mato Grosso do Sul



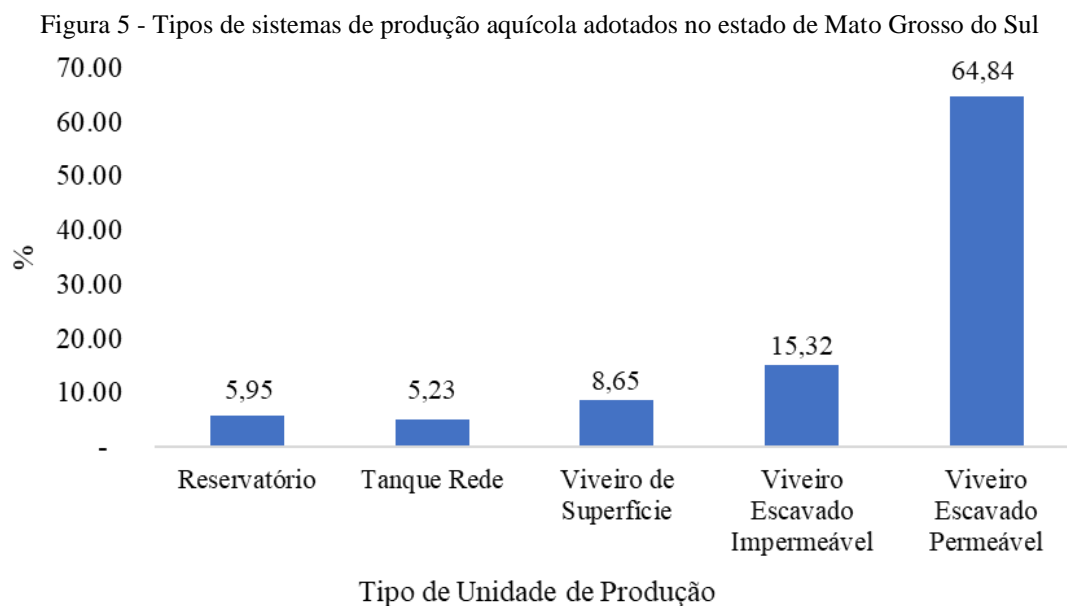
Fonte: SEMADE, 2015.

A evolução produtiva no estado tem sido favorável no período recente. Devido às condições de boa adaptação a diferentes ambientes, a tilapicultura vem transformando a produção aquícola no MS e, desde a sua chegada, a tilápia se tornou a principal espécie produzida. Desde 2013, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) incluiu a aquicultura na sua Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) (IBGE, 2016), e, de acordo com os dados, enquanto outras espécies oscilam, a tilápia apresenta crescimento constante. Schuller et al. (2017) já registravam que, de acordo com o crescimento demonstrado, a tilápia passaria a ganhar mais espaço na produção nacional, tanto no mercado interno,

como nas exportações para o mercado externo. E foi exatamente isso que aconteceu nesta última década no Brasil e também no MS, com a migração da tilapicultura do estado de São Paulo, em direção à divisa com o MS e o estabelecimento de multinacionais no estado.

Um ponto importante a ser destacado foi a verticalização de empresas privadas com cria, recria, engorda, fábrica de ração e frigorífico no mesmo local. Outro fator de destaque foi o fato de o estado ter se tornado o segundo maior exportador de filés frescos e congelados para os países norte-americanos, em 2022. O MS teve grande participação na exportação de carne de peixe, sendo que o volume em toneladas exportadas subiu 32% no ano de 2021. Além disso, aumentou em 26% o faturamento com a venda do peixe ao mercado externo. Fomos líder nacionalmente na exportação de tilápia, no terceiro trimestre de 2021 (Semagro, 2021; PeixeBR, 2022), entretanto, nos anos seguintes perdemos o lugar nesse *ranking*.

No Brasil a piscicultura é praticada, principalmente, em tanques escavados (viveiros), cujas lâminas d'água são de até 2 hectares, sendo caracterizada como empreendimento aquícola de pequeno porte. Viveiro escavado/tanque escavado/viveiro compreendem o sistema que tem o fundo e as paredes/taludes de terra e, portanto, a água tem contato direto com o solo; todos os outros sistemas revestidos com algum material que o impermeabiliza do solo, recebem a denominação de tanques. A piscicultura no MS segue panorama semelhante ao nacional em relação ao sistema mais adotado para produção, ou seja, é praticada em sua maioria (65%) em tanque escavado (Figura 5). São pouco mais de 1.300 piscicultores mapeados, produzindo em quase 2.500 hectares de lâmina d'água em tanques escavados e 1.767 unidades de tanques-rede (FAMASUL, 2023).



Fonte: IAGRO; AGRAER (2024).

A microrregião Campo Grande possui o maior número de propriedades com inscrição para a atividade aquícola, seguida das microrregiões da Grande Dourados, Sul-Fronteira, Bolsão e Cone-Sul. A microrregião Pantanal aparece com menos de 4%, mostrando que a piscicultura é uma atividade com pouca expressão nesse local. Em se tratando de unidades de produção (tanques), a microrregião Campo Grande também aparece em primeiro lugar, pois possui maior número, seguida pelas microrregiões Grande Dourados, Bolsão, Sul-Fronteira e Cone-Sul.

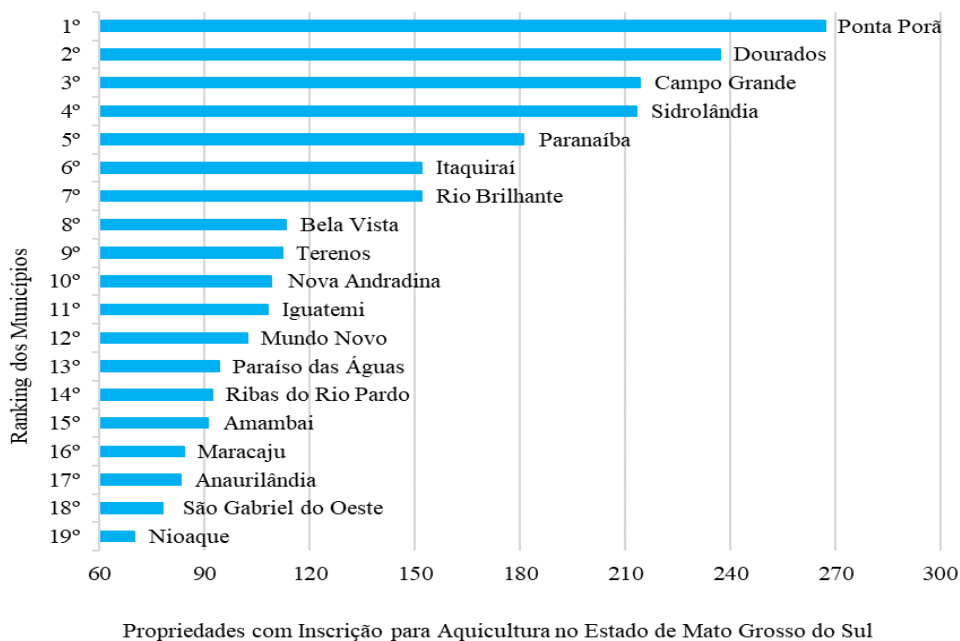
As demais regiões atingem menos de 10% do total de unidades (Tabela 2). Em um recorte feito por município e, apenas para aqueles que contêm a partir de setenta inscrições estaduais, é possível observar na figura 6 como fica esse *ranking*. Os municípios que se destacam são Ponta Porã (microrregião Sul-Fronteira), Dourados (Grande Dourados), Campo Grande e Sidrolândia (microrregião Campo Grande).

Tabela 2 - Distribuição de propriedades com inscrição estadual para aquicultura e unidades de produção (tanque escavado ou tanque-rede) por microrregião do Estado de Mato Grosso do Sul

Microrregião	Propriedades com inscrição estadual para aquicultura		Unidades de produção com inscrição estadual para aquicultura	
	Unidade	Percentual (%)	Unidade	Percentual (%)
Bolsão	660	13,45	765	13,36
Campo Grande	910	18,54	1045	18,25
Cone-Sul	533	10,86	652	11,39
Grande Dourados	729	14,85	849	14,83
Leste	419	8,54	485	8,47
Norte	417	8,50	557	9,73
Pantanal	188	3,83	228	3,98
Sudoeste	360	7,33	386	6,74
Sul-Fronteira	692	14,10	759	13,26
Total	4908	100	5726	100

Fonte: IAGRO (2024).

Figura 6 - Ranking dos municípios de acordo com o número de propriedades com inscrição estadual (≥ setenta propriedades inscritas)



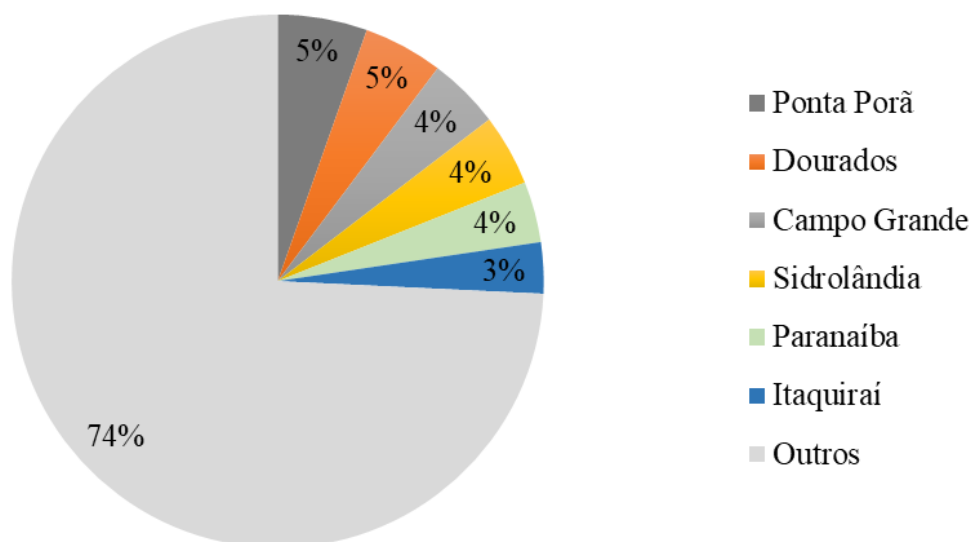
Fonte:

IAGRO (2024)

Apenas os municípios de Ponta Porã, Dourados, Campo Grande, Sidrolândia, Paranaíba e Itaquiraí reunidos, correspondem a 25% das propriedades com inscrição para aquicultura (Figura 7). Nesses municípios podemos verificar que as espécies de

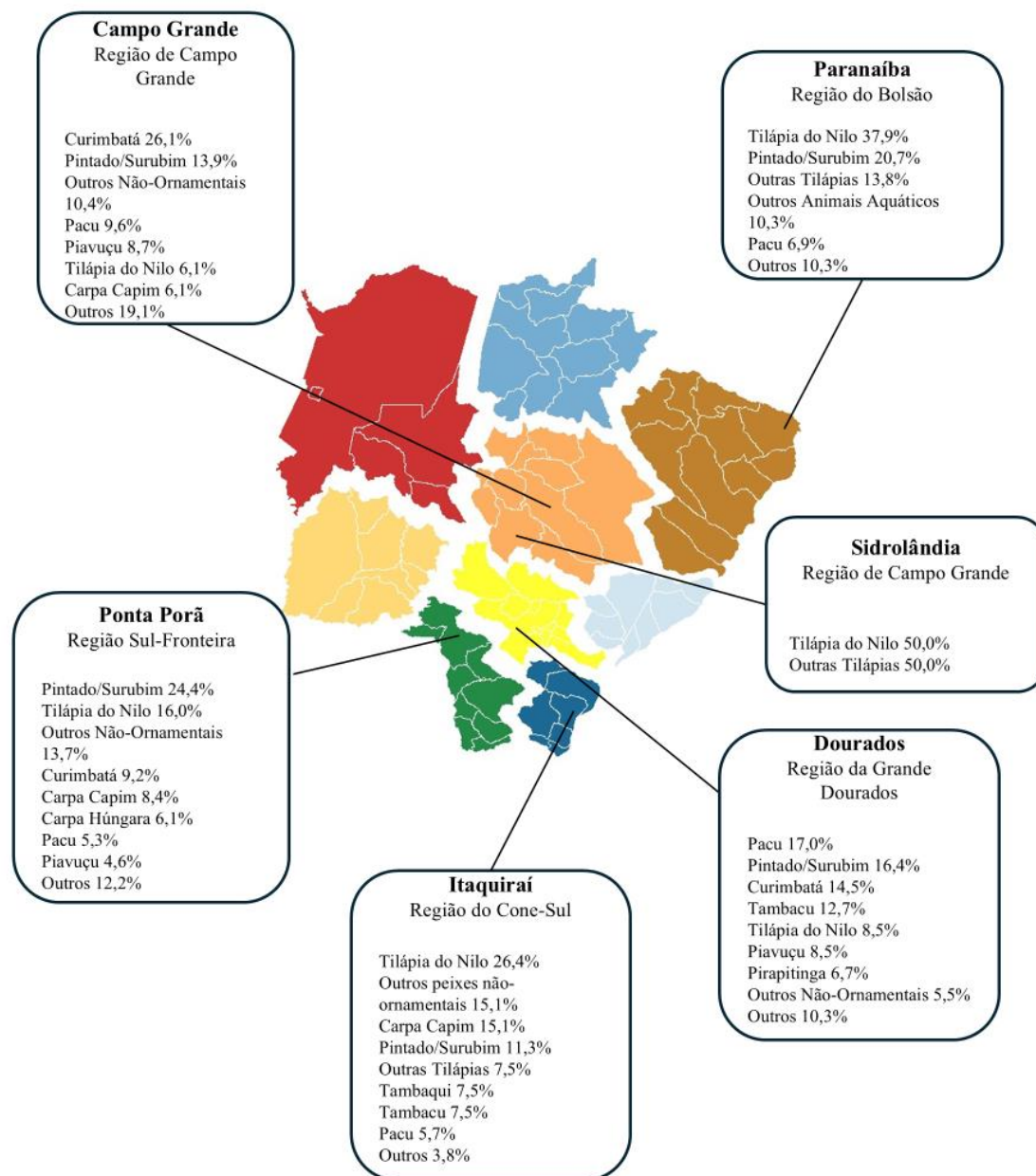
organismos aquáticos produzidas são 100% de peixes: pacu, tambaqui, tambacu, piavuçu, curimba, pintado, surubim, matrinxã, tilápia, carpa capim, bagre do canal, bagre africano, com prevalência dos peixes redondos em todos esses municípios (Figura 8). São chamados peixes redondos, as espécies pacu, tambaqui, pirapitinga e seus híbridos. Além dos peixes, no estado do Mato Grosso do Sul existe a produção de jacaré, na microrregião do Pantanal, mais especificamente, no município de Corumbá, como será descrito adiante.

Figura 7 - Distribuição dos municípios do MS que somam 25% das propriedades com inscrição estadual para aquicultura



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Figura 8 - Percentual das espécies de peixes produzidas nos municípios com maior número de inscrições estaduais



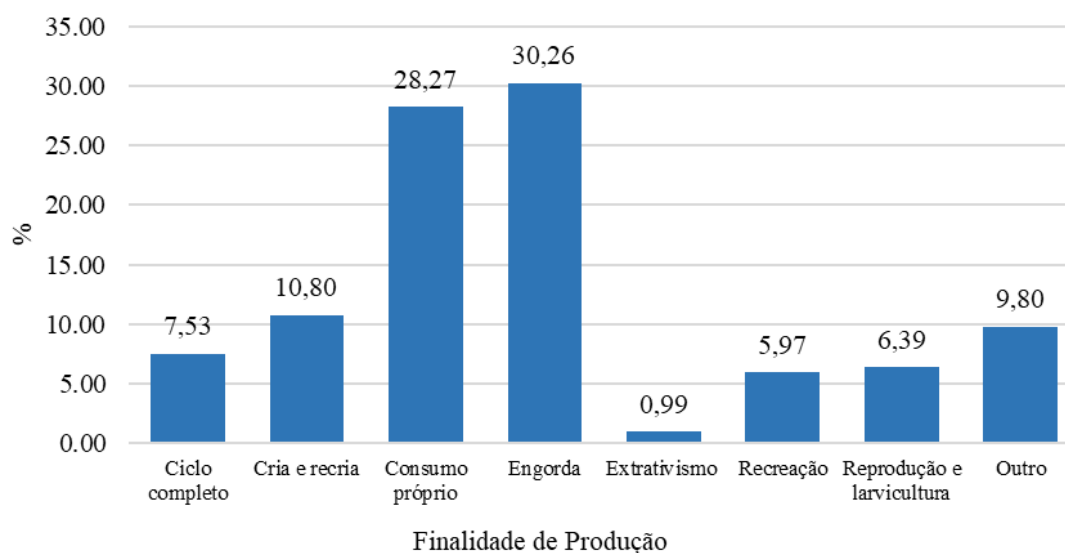
Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

A aquicultura envolve as seguintes fases de produção: a produção de formas jovens, que é a etapa que produz as larvas, pós-larvas, alevinos para a continuação do cultivo; a produção de juvenis, que é a fase que fornece exemplares de maior tamanho para o restante do cultivo; e a etapa do crescimento e terminação, popularmente conhecida

como engorda, na qual os organismos aquáticos são cultivados até o peso de abate ou colheita. Contudo, o produto nem sempre é vendido, pois pode ser produzido apenas para o consumo próprio. As pisciculturas também podem estar relacionadas com a recreação, que geralmente configuram os pesque e pague e pesque e solte.

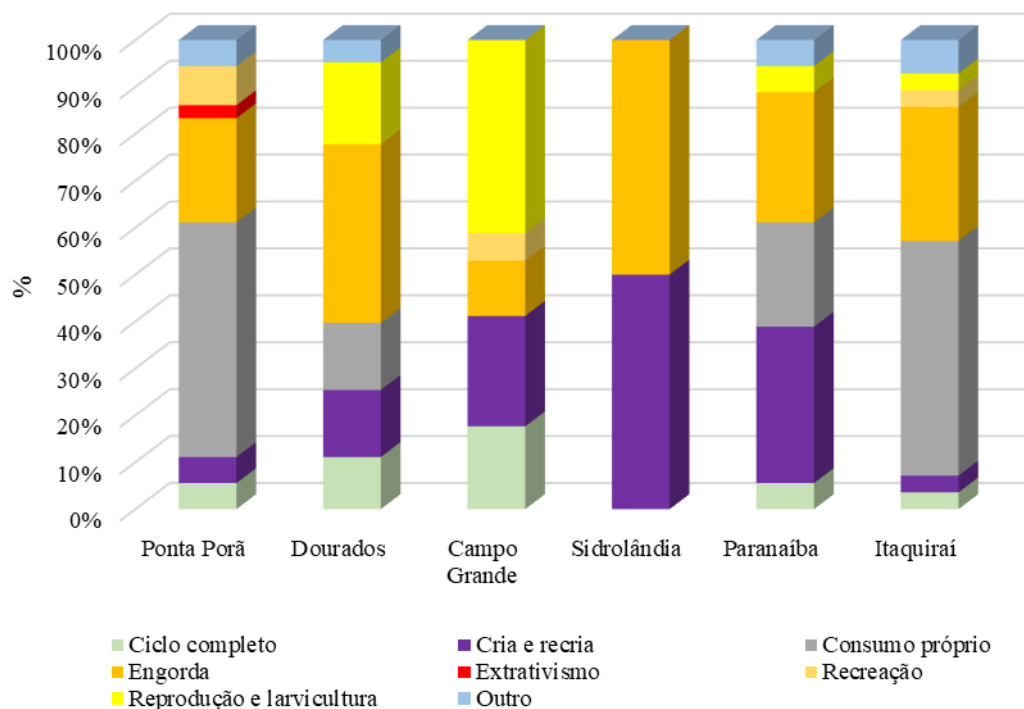
No estado de Mato Grosso do Sul podemos observar que todas essas etapas estão presentes, tanto para a piscicultura de nativos como para a produção de outras espécies, porém a maioria da produção está na fase de engorda. Das propriedades com inscrição para aquicultura, no estado, 30,26% fazem engorda de peixes (Figura 9), com destaque para Sidrolândia e Dourados (Figura 10). Uma parte significativa (28,27%) produz pescado para consumo próprio, uma pequena parte trabalha o ciclo completo e menos de 7% está envolvida com a reprodução e larvicultura, conforme Figura 9. Este último é um dado que merece atenção, uma vez que há muito tempo o setor de produção de sementes (reprodução e larvicultura de peixes) tem se mostrado defasado no MS.

Figura 9 - Finalidade da produção em porcentagem das propriedades com inscrição para aquicultura



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Figura 10 - Caracterização dos municípios de acordo com a porcentagem (%) de cada finalidade de produção



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Ainda na figura 10, chama atenção os municípios de Ponta Porã e Itaquiraí. Respectivamente, com 275 e 151 propriedades inscritas, ambos têm 50% da sua produção sendo destinada ao consumo próprio. Ponta Porã é um município com cerca de 5.330,440 km², com 97.577 habitantes, índice de Gini 0,60 e Itaquiraí com cerca de 2.064 km², 21.376 habitantes e, embora este último tenha um baixo índice de Gini 0,43, esses dois municípios têm muitas propriedades em assentamentos e não têm planta frigorífica para processamento de pescado, justificando essa elevada porcentagem da produção para consumo próprio.

No estado de Mato Grosso do Sul, as três maiores frequências de ocorrência das espécies de organismos aquáticos cultivados são para pintado/surubim (20,06%), pacu (14,6%) e curimatá (12,26%) e a tilápia ocupa o quarto lugar nesse *ranking* (Tabela 3). Entretanto, focando nos municípios com maior número de inscrições para aquicultura, a tilápia tem frequência de ocorrência de 37,93% em Paranaíba e 26,42% em Itaquiraí. O

pacu e a tilápia são as espécies que ocorrem em todos esses municípios, seguidos do pintado/surubim, sendo a maioria produzida em viveiros escavados (Tabela 3).

Tabela 3 - Frequência de ocorrência das espécies de organismos aquáticos cultivados nos municípios com maior número de inscrições estaduais

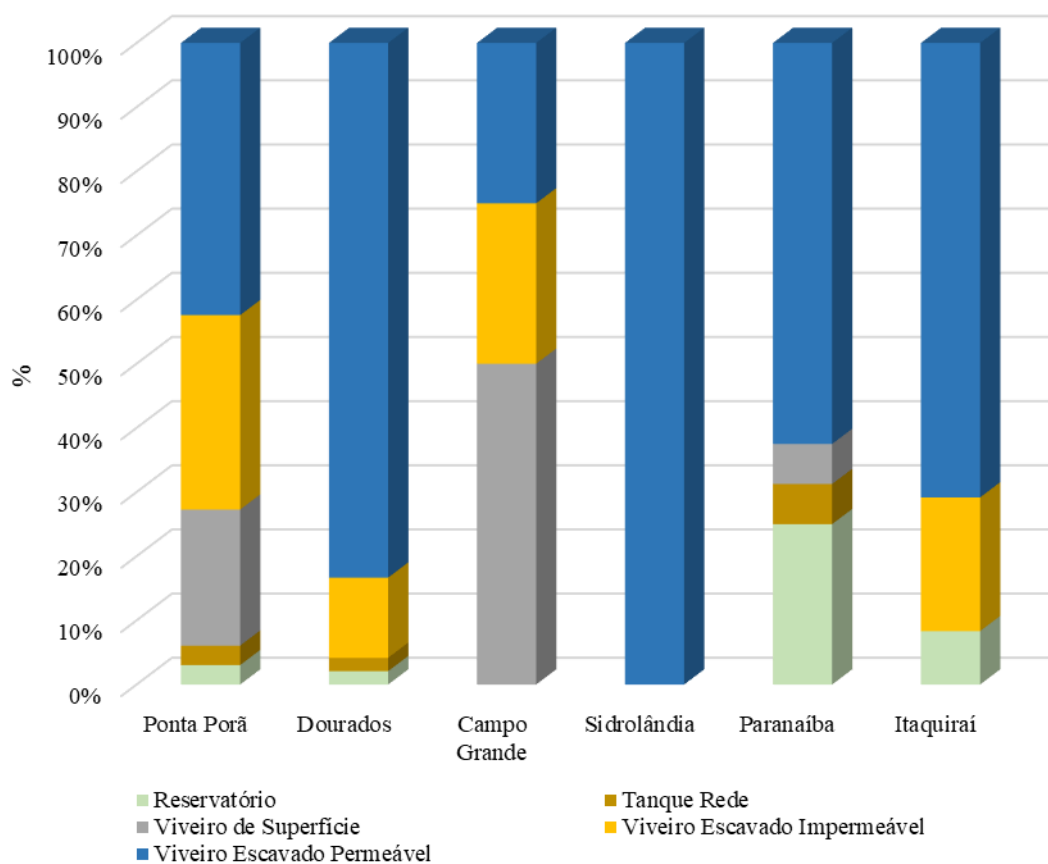
Espécie	Mato Grosso do Sul	Ponta Porã	Dourados	Campo Grande	Sidrolândia	Paranaíba	Itaquiraí
Pintado/Surubim	20,06	24,43	16,36	13,91	-	20,69	11,32
Pacu	14,60	5,34	16,97	9,57	50,0	6,90	5,66
Curimatá	12,26	9,16	14,55	26,09	-	-	-
Tilápia do Nilo	12,15	16,03	8,48	6,09	50,0	37,93	26,42
Piavuçu	6,90	4,58	8,48	8,70	-	3,45	1,89
Outros Não-Ornamentais	6,21	13,74	5,45	10,43	-	3,45	15,09
Tambacu	4,41	3,82	12,73	2,61	-	-	7,55
Tambaqui	3,50	3,05	1,82	2,61	-	3,45	7,55
Outras Tilápias	3,45	3,82	4,85	1,74	-	13,79	7,55
Carpa Capim	3,18	8,40	1,21	6,09	-	-	15,09
Matrinxã	2,60	1,53	2,42	1,74	-	-	-
Outros Animais Aquáticos	2,76	-	-	4,35	-	10,34	-
Pirapitinga	2,28	-	6,67	1,74	-	-	-
Bagre do Canal	1,70	-	-	-	-	-	-
Carpa Húngara	1,33	6,11	-	4,35	-	-	1,89
Jundiá	0,96	-	-	-	-	-	-
Carpa Cabeça Grande	0,64	-	-	-	-	-	-
Pirarucu	0,42	-	-	-	-	-	-
Jacaré	0,32	-	-	-	-	-	-
Bagre Africano	0,27	-	-	-	-	-	-

Fonte: IAGRO, AGRAER; Autores (2024)

Aproveitando esse recorte dos municípios com maior número de propriedades inscritas na aquicultura, observamos que a piscicultura praticada em tanques escavados

aparece em todos esses municípios, com destaque para Sidrolândia que tem 100% da produção em tanques escavados e Dourados com cerca de 83,33% (Figura 11).

Figura 11 - Distribuição das unidades aquícolas nos municípios com maior número de propriedades inscritas na aquicultura



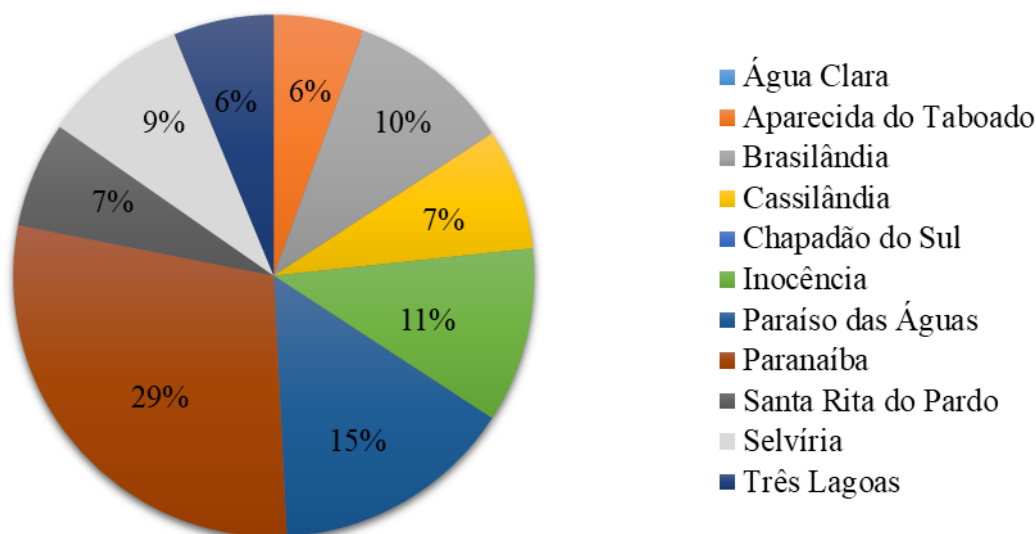
Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

3.1 Microrregião Bolsão

A microrregião Bolsão corresponde a uma área de aproximadamente 46.000km² e é formado pelos municípios Água Clara, Brasilândia, Cassilândia, Chapadão do Sul, Inocência, Paranaíba, Paraíso das Águas, Santa Rita do Rio Pardo e Selvíria. Nessa microrregião do Bolsão, vemos que Paranaíba aparece em primeiro lugar quanto a participação (29%) com propriedades inscritas na aquicultura, seguida de Chapadão do Sul (15%) e Inocência (11%) (Figura 12).

Essa microrregião está totalmente inserida na Bacia Hidrográfica do Paraná, faz fronteira com Minas Gerais, Goiás e São Paulo, compartilhando o reservatório de Ilha Solteira (Figura 13), sem restrição ambiental para a produção de tilápia, o que torna a região propícia para a prática da piscicultura em tanque-rede.

Figura 12 - Participação dos municípios da microrregião Bolsão quanto ao número de propriedades inscritas para aquicultura



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Figura 13 - Parques aquícolas continentais incluídos no Plano Safra da Pesca e Aquicultura

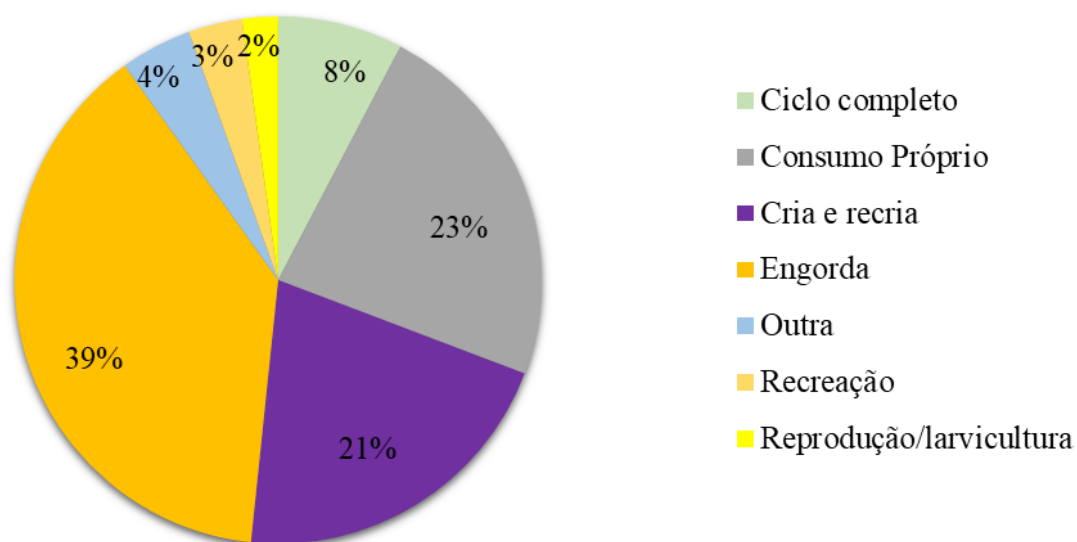


Fonte: Plano Safra da Pesca e Aquicultura 2012/2013/2014 e Boletim da Aquicultura em Águas da União (2024).

A microrregião Bolsão caracteriza-se por ter a maior parte (39%) da sua produção com a finalidade de engorda de peixe (Figura 14), sendo a tilápia a espécie mais produzida, seguida do pintado e, em terceiro lugar aparece o pacu (Figura 15). Vale

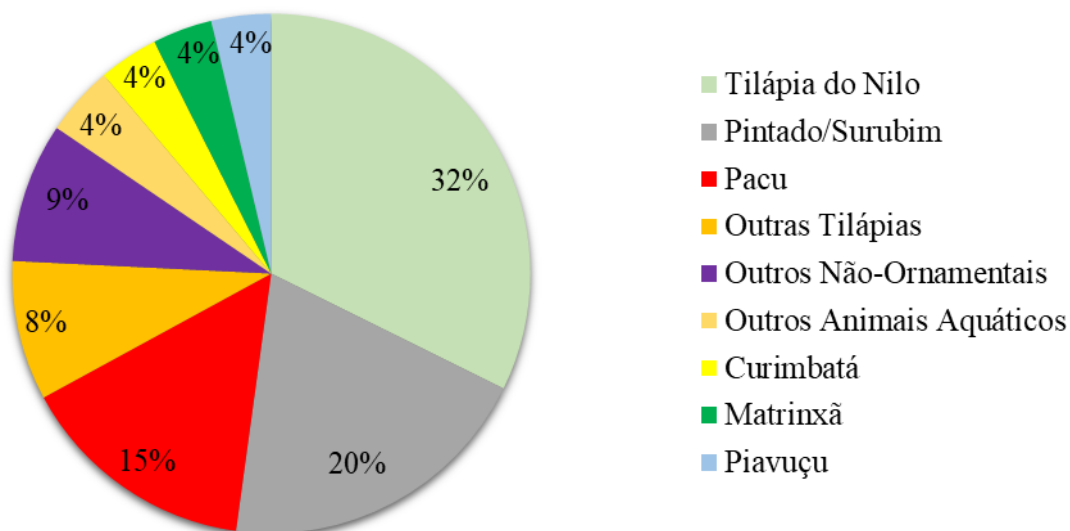
destacar que o termo pintado é utilizado para designar os surubins, os quais em sua maioria são representados pelos híbridos resultantes do cruzamento de jundiá x cachara, pintado x cachara, cachara x jundiá, entre outros cruzamentos e, minoria pelo pintado puro.

Figura 14 - Finalidade de exploração por município da microrregião Bolsão



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

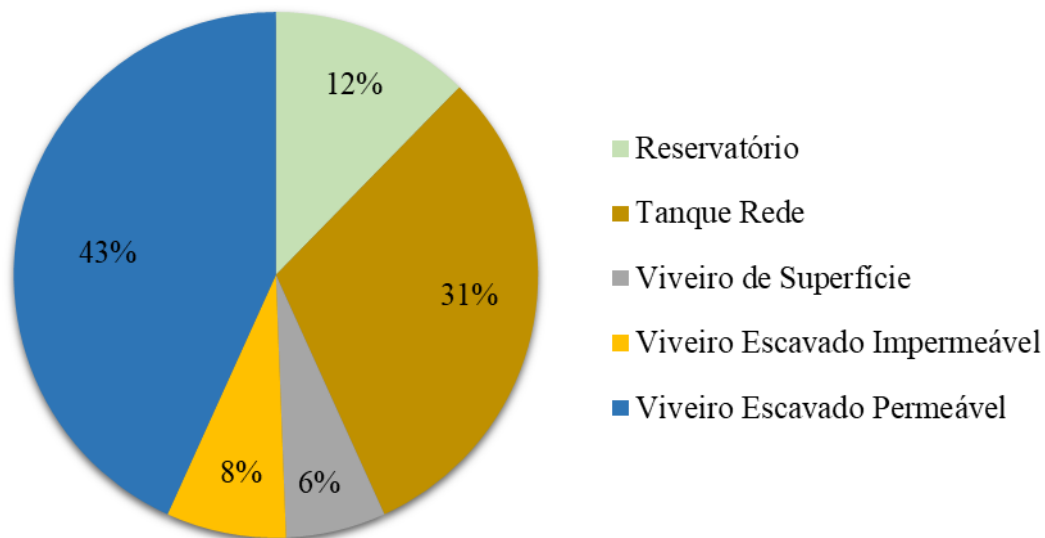
Figura 15 - Distribuição das espécies de peixe produzidas na microrregião Bolsão



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

A porcentagem da produção é maior em viveiro escavado, entretanto a piscicultura em tanque-rede participa com 31% (Figura 16), já que essa microrregião é composta pelos principais municípios produtores de tilápia, a saber, Selvíria, Aparecida do Taboado, Paranaíba e Cassilândia, e praticada em grande escala no sistema de tanque-rede. Em Selvíria, no reservatório de Ilha Solteira, está instalada a Tilabrás, uma empresa multinacional, verticalizada, que produz tilápia em tanques-rede de grande volume (Figura 17).

Figura 16 - Distribuição dos sistemas de produção aquícola por municípios da microrregião Bolsão



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

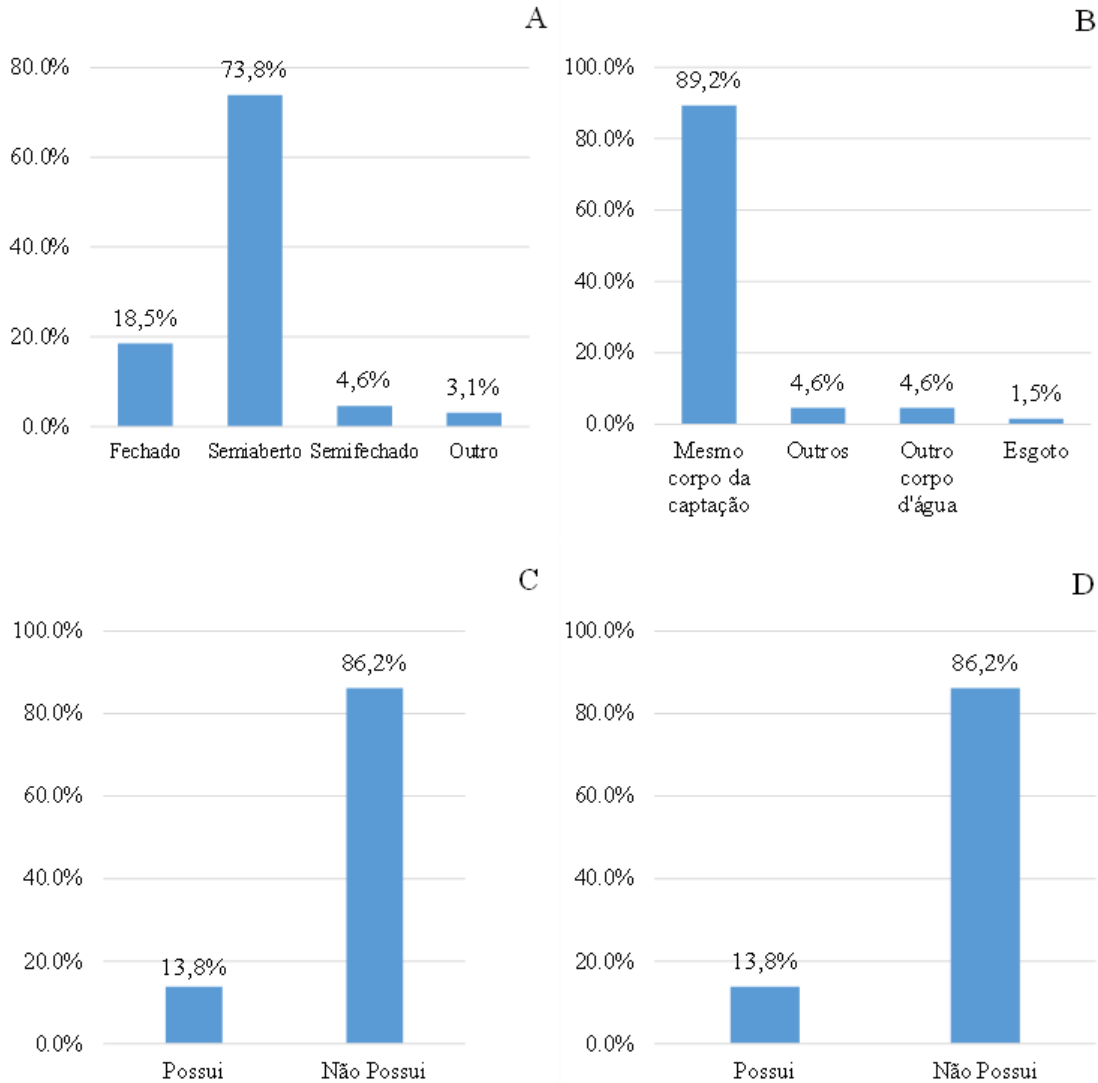
Figura 17 - Imagem por satélite da produção de tilápia em tanques-rede da empresa Tilabrás, no Reservatório de Ilha Solteira, em Selvíria-MS, em 2024



Fonte: Google Earth, acesso em setembro de 2024

Em relação aos cuidados com a água utilizada para a produção aquícola, nos municípios do Bolsão, a maior parte das pisciculturas tem seu descarte de efluente não tratado (86,2%), diretamente no mesmo corpo d'água da captação (89,2%) (Figura 18), e 89,2% não têm responsável técnico pela produção.

Figura 18 - Sistema de produção (A), Descarte de água (B), Tratamento de afluente (C) e Tratamento de efluente (D) em pisciculturas na microrregião Bolsão

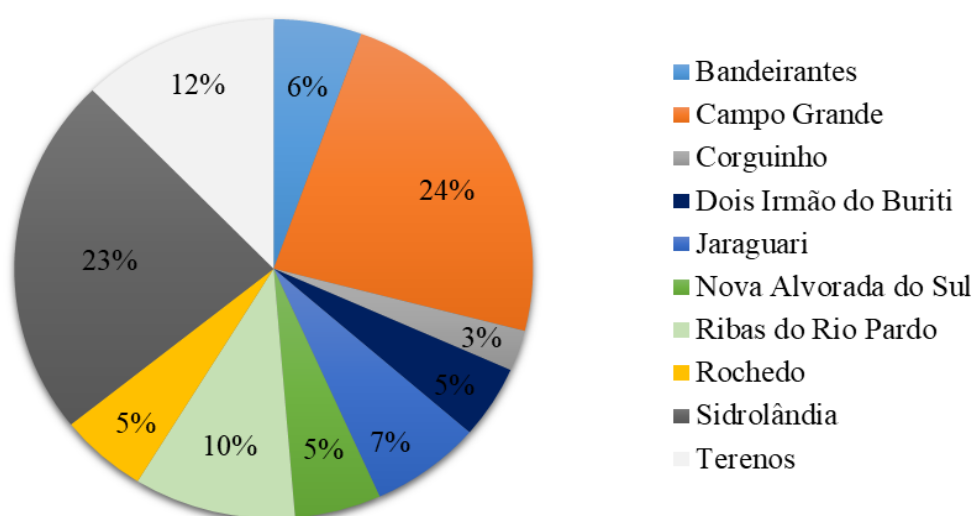


Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

3.2 Microrregião Campo Grande

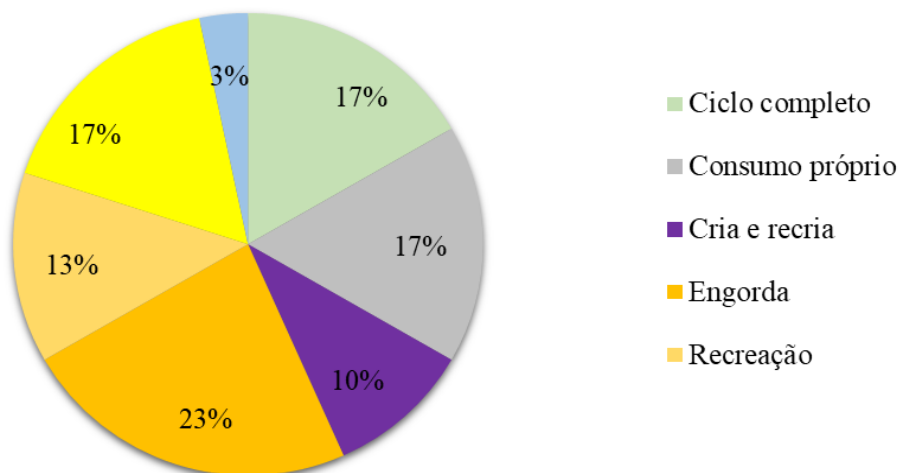
Na microrregião Campo Grande, as maiores porcentagens de inscrições por municípios, ficam com Campo Grande (capital), Sidrolândia, Terenos e Ribas do Rio Pardo (Figura 19). Possui 23% de pisciculturas que fazem engorda de peixe, 17% fazem reprodução e larvicultura de peixes e outros 17% fazem ciclo completo (Figura 20).

Figura 19 - Distribuição de propriedades inscritas para aquicultura por município da microrregião de Campo Grande



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Figura 20 - Finalidade de exploração para a microrregião de Campo Grande

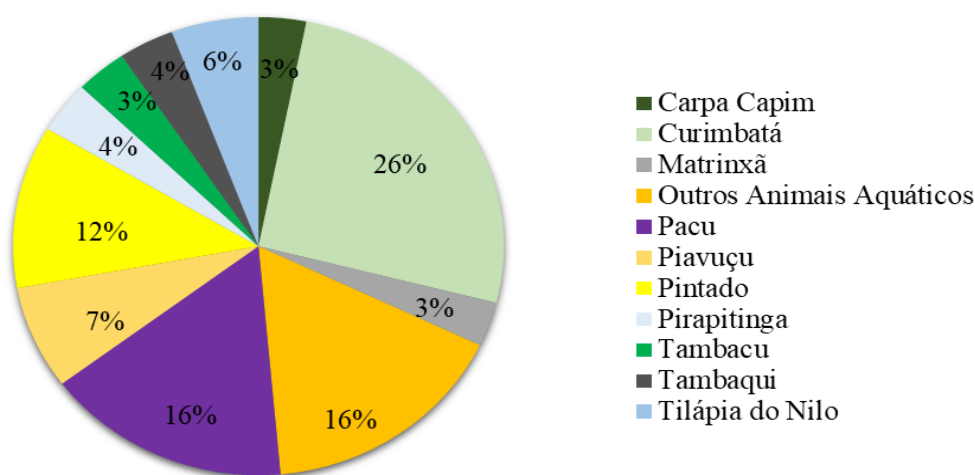


IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Fonte:

Considerando que alguns desses municípios são banhados pela Bacia hidrográfica do Paraguai, como é o caso de Terenos e Dois Irmãos do Buriti, as espécies mais produzidas são os peixes nativos dessa bacia, e/ou seus híbridos, com destaque para o pintado, a cachara, o pacu, a curimba e o piavuçu (Figura 21). Na Bacia do Alto Paraguai, a piscicultura em moldes tradicionais de cultivo em tanques escavados, se restringe às regiões do planalto (Figura 22).

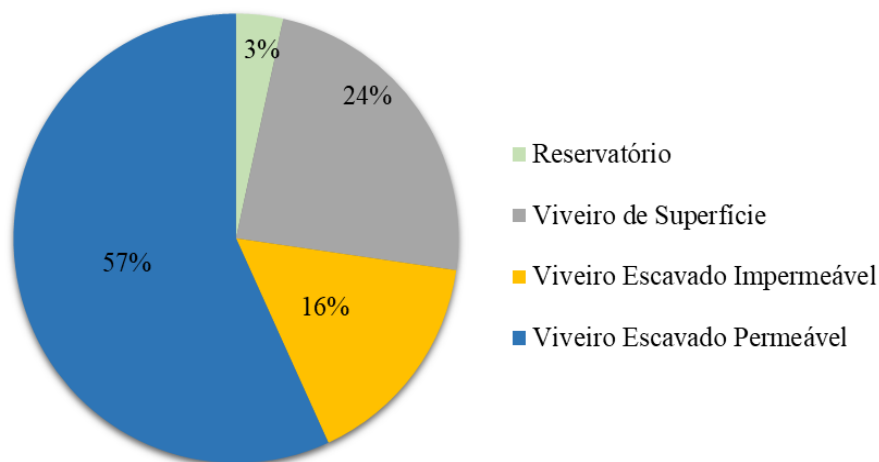
Figura 21 - Espécies de peixe produzidas na microrregião de Campo Grande



IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Fonte:

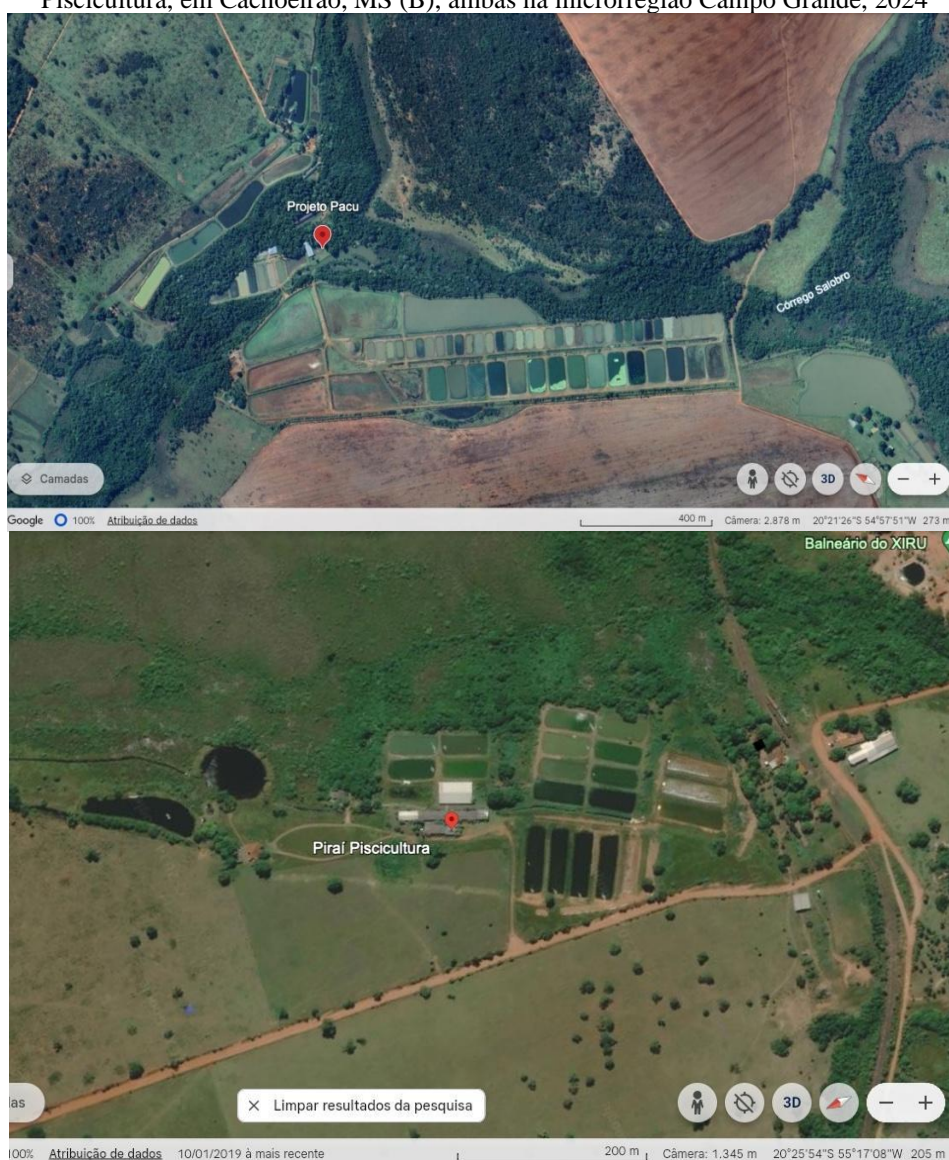
Figura 22 - Sistemas de produção aquícola utilizados na microrregião de Campo Grande.



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Na microrregião Campo Grande estão instaladas as maiores empresas (Figura 23) de produção de peixes nativos da bacia do Paraguai, as quais foram pioneiras na piscicultura sul-mato-grossense, tanto na pesquisa quanto no desenvolvimento tecnológico da reprodução e cultivo das espécies de pintado e cachara, bem como no treinamento dos alevinos desses peixes carnívoros para se alimentarem com rações comerciais, passo importante para a viabilidade do cultivo dessas espécies em larga escala.

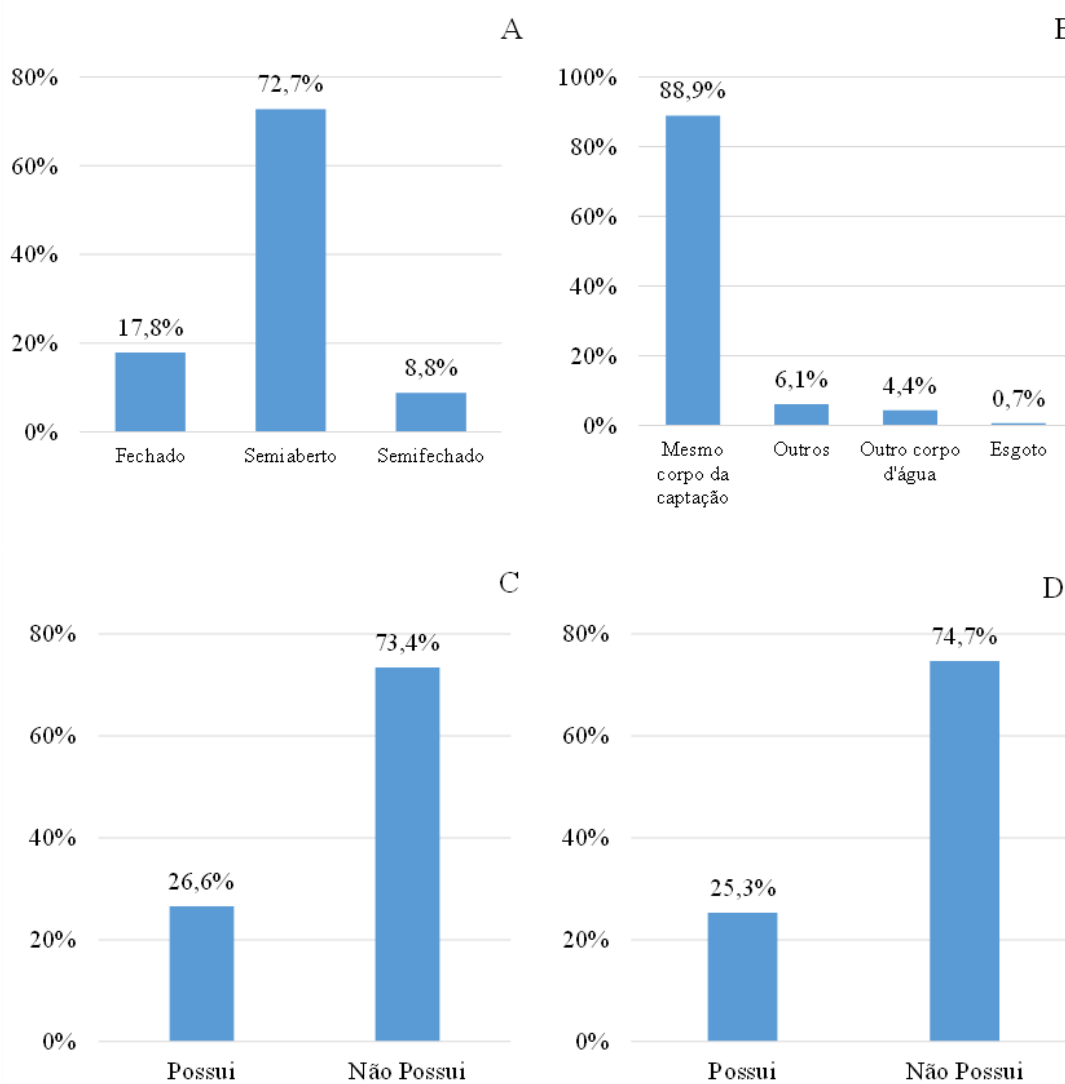
Figura 23 - Imagens por satélite das empresas Projeto Pacu, em Terenos, MS (imagem superior) e Pirai Piscicultura, em Cachoeirão, MS (B), ambas na microrregião Campo Grande, 2024



Fonte: Google Earth, acesso em setembro de 2024

Menos de 20% do total das propriedades trabalha em sistema de produção fechado, sendo a maioria em sistema semiaberto, com descarte da água no mesmo corpo d'água da captação (89%), mais de 70% trabalham sem tratamento de afluente e efluente (Figura 24), e a maioria não tem responsável técnico na propriedade.

Figura 24 - Sistema de produção (A), Descarte de água (B), Tratamento de afluente (C) e Tratamento de efluente (D) em pisciculturas na microrregião de Campo Grande



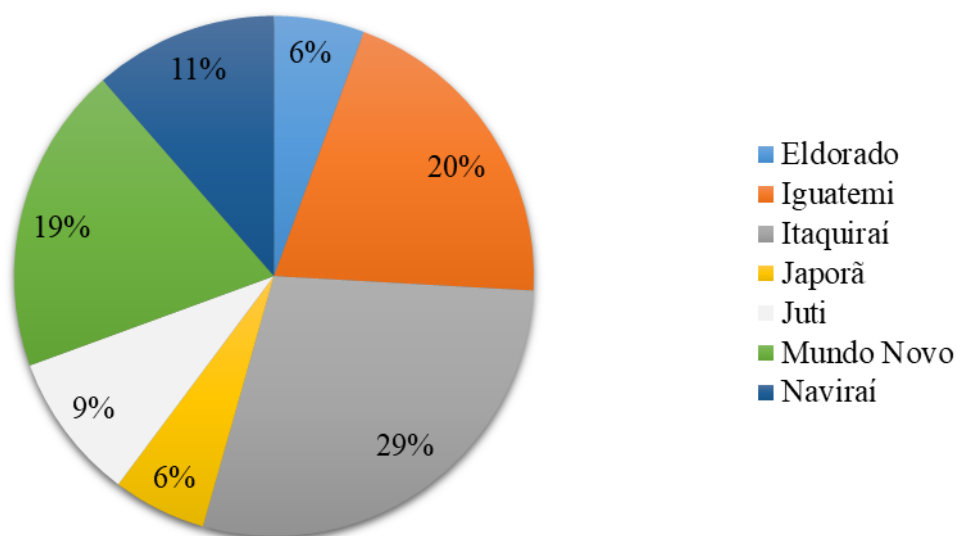
Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

3.3 Microrregião Cone Sul

No Cone Sul, o município de Itaquiraí concentra 28,5% das propriedades com inscrição para aquicultura, seguido de Iguatemi e Mundo Novo (Figura 25), sendo 51% com a finalidade de engorda (Figura 26). No Cone Sul são produzidas tilápias, carpas, surubins, dourado, piraputanga, pacu, piavuçu, pintado, tambacu e curimba, se destacando pela diversidade de espécies produzidas. Só o grupo das carpas soma 25%, contudo, ainda fica atrás da tilápia que participa com 26% da produção do Cone Sul (Figura 27).

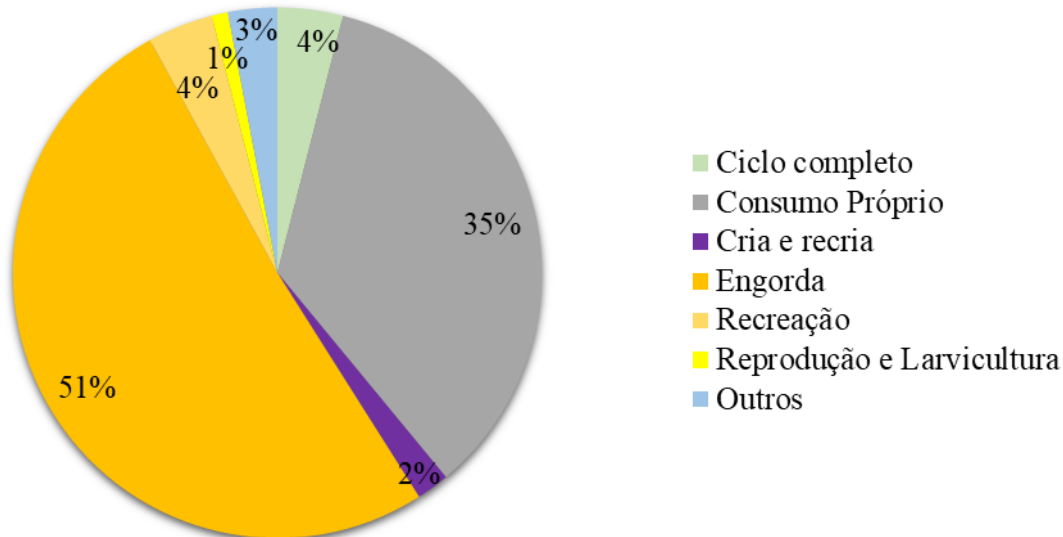
A piscicultura é praticada em tanque-rede (1%), reservatório (3%) e todo o restante é praticada em viveiros (tanques escavados), sendo, em sua maioria (88%), praticada em viveiros permeáveis (Figura 28). A região do Cone-Sul, assim como a microrregião do Bolsão, não tem tratamento para afluentes e efluentes, porém, 75% do descarte da água de cultivo ocorre em corpo d'água diferente do corpo d'água da captação (Figura 29).

Figura 25 - Participação das propriedades com inscrição para aquicultura por município da microrregião Cone-Sul



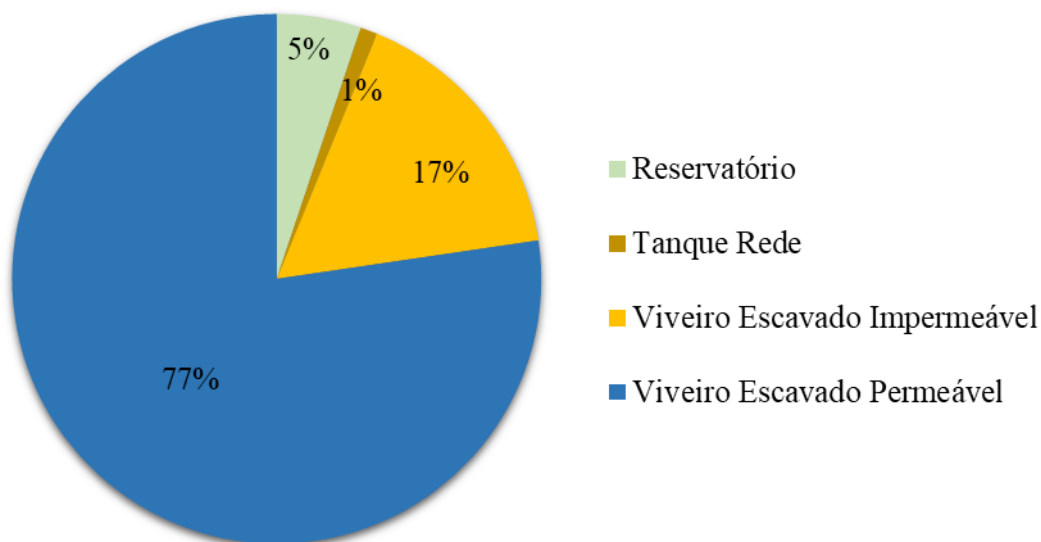
Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Figura 26 - Finalidade da produção nas pisciculturas da microrregião Cone-Sul



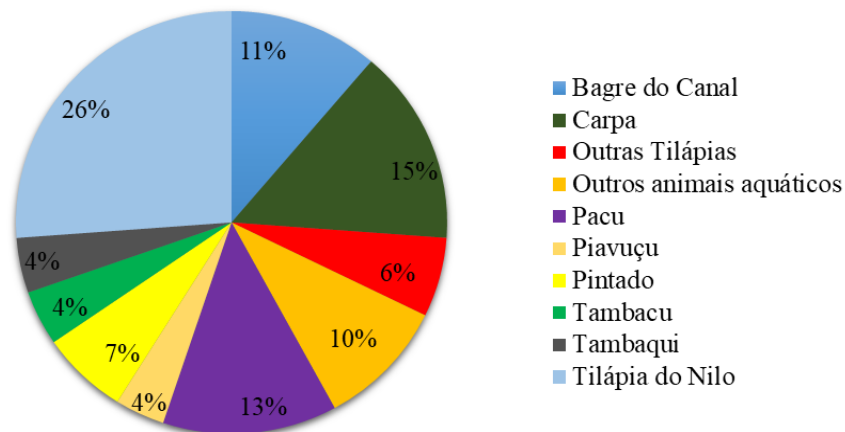
Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Figura 27 - Sistemas de produção adotados nas pisciculturas da microrregião Cone-Sul



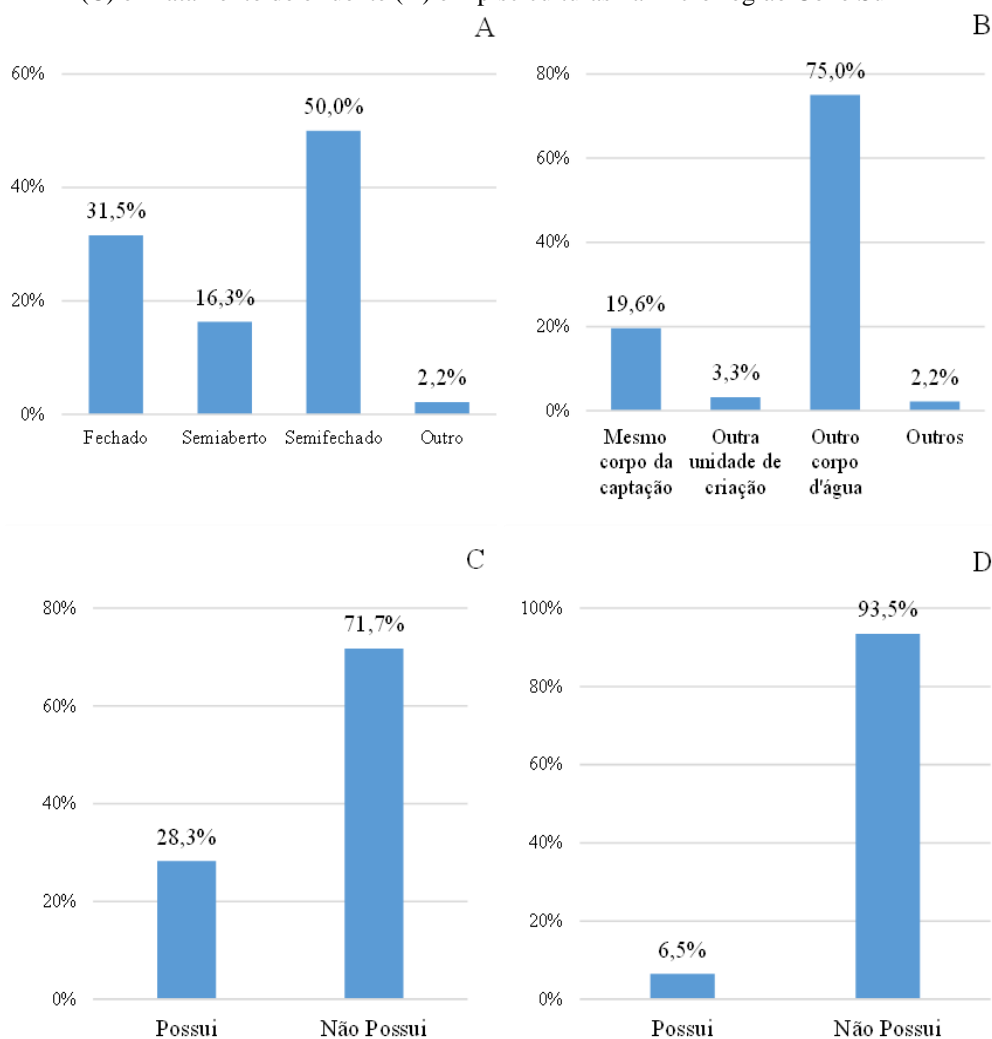
Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Figura 28 - Espécies de peixes cultivadas nas unidades de produção na microrregião Cone-Sul



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Figura 29 - Participação dos itens Sistema de produção (A), Descarte de água (B), Tratamento de afluente (C) e Tratamento de efluente (D) em pisciculturas na microrregião Cone Sul



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

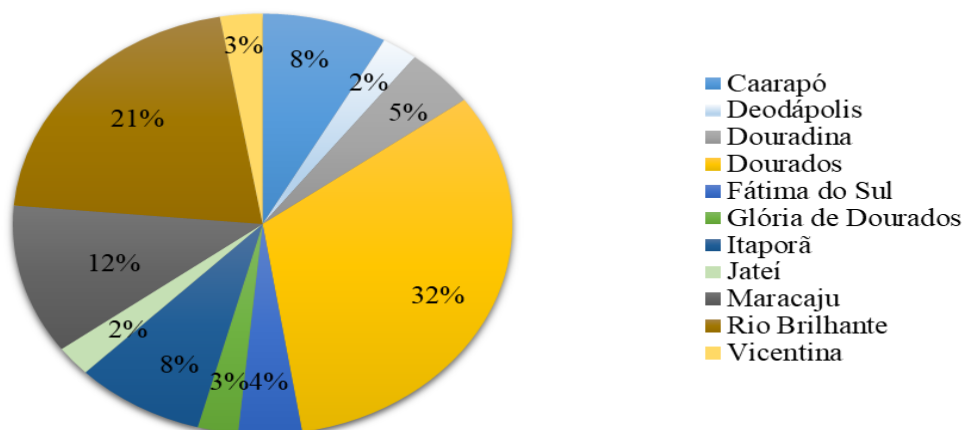
3.4 Microrregião Grande Dourados

A microrregião da Grande Dourados tem 68% de propriedades com inscrição para aquicultura. Dourados e Rio Brillhante se destacam com, respectivamente, 32% e 21% e, depois de Maracaju com 12%, os outros municípios (Caarapó, Douradina, Glória de Dourados, Itaporã e Jateí) têm abaixo de 9% de participação (Figura 30).

Praticamente a metade das propriedades da Grande Dourados faz engorda e, em 15% das propriedades a finalidade é reprodução e larvicultura de peixe (Figura 31). A espécie mais produzida é o pacu (%), a qual, somada às outras espécies de peixes redondos (tambacu, tambaqui, pirapitinga) compõem 48% da produção (Figura 32). É importante destacar que, de uma maneira geral, para o MS, nas propriedades em que ocorre somente o cultivo de tilápia, 56,6% da produção é destinada ao abate, já nas propriedades onde ocorrem os cultivos de tilápias e nativos, 36,8% da produção é destinada ao abate. Esse valor é ainda menor nas propriedades que cultivam somente nativos, em que apenas 35,6% da produção é destinada ao abate. Tanto nas propriedades que cultivam tilápia e nativos ou cultivam somente nativos, a principal finalidade de produção é consumo próprio e recreação, 42,8% e 38,2%, respectivamente.

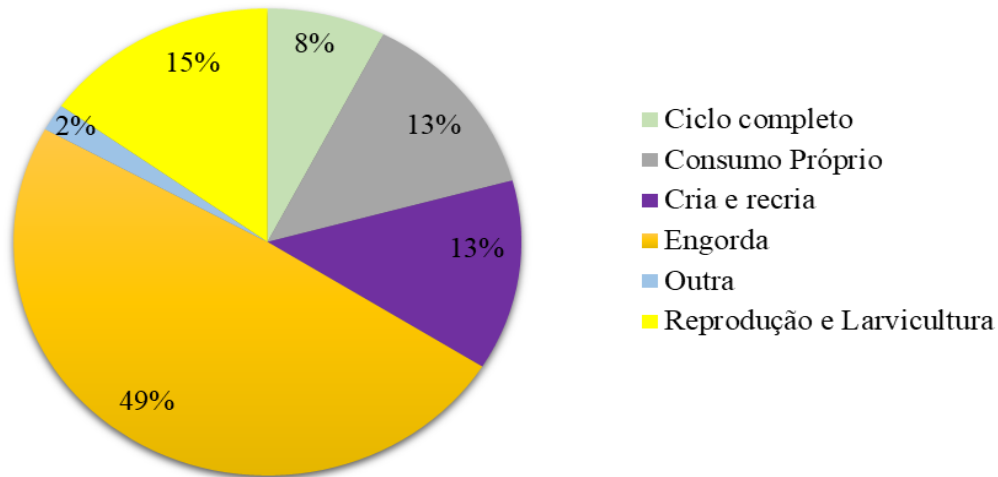
A piscicultura nessa microrregião se destaca sendo praticada em viveiros escavados permeáveis (Figura 33).

Figura 30 - Participação das propriedades com inscrição para aquicultura por município da microrregião da Grande Dourados



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

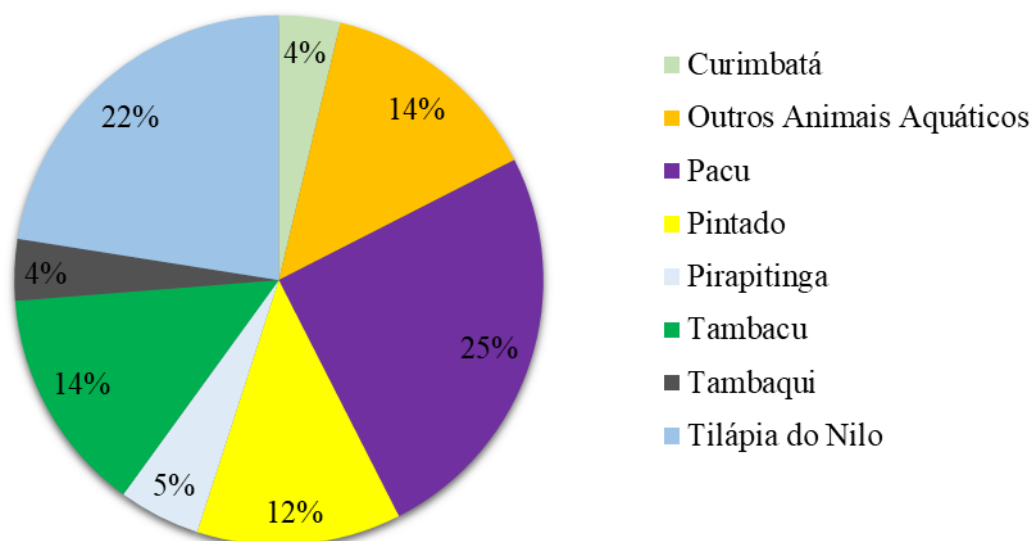
Figura 31 - Finalidade da produção nas pisciculturas da microrregião da Grande Dourados



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

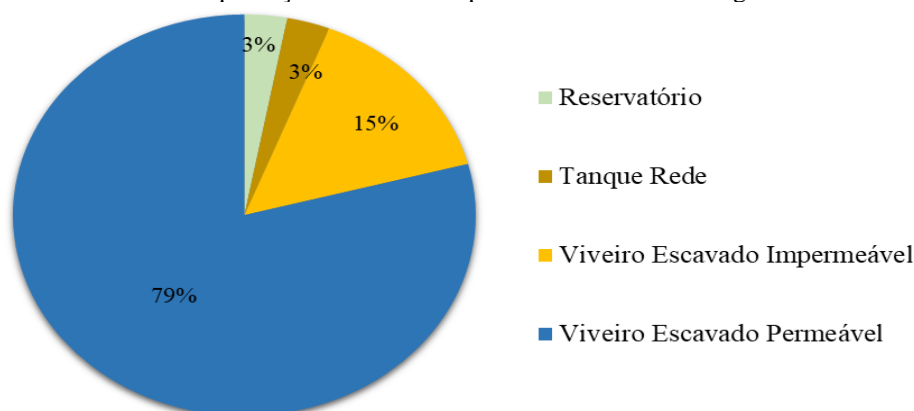
Nessa microrregião, a empresa Mar & Terra Indústria E Comércio De Pescados Ltda., localizada em Itaporã, foi fundada nos anos 2000 e, teve relevante importância na produção de nativos para o estado. Entretanto, mais recentemente, há o frigorífico adquirido pela Bello Alimentos que, atualmente, com um processo inovador de integração na piscicultura, está reativando propriedades que tinham parado de produzir peixe nativo e está produzindo tilápia.

Figura 32 - Espécies de peixes cultivadas nas unidades de produção na microrregião da Grande Dourados



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

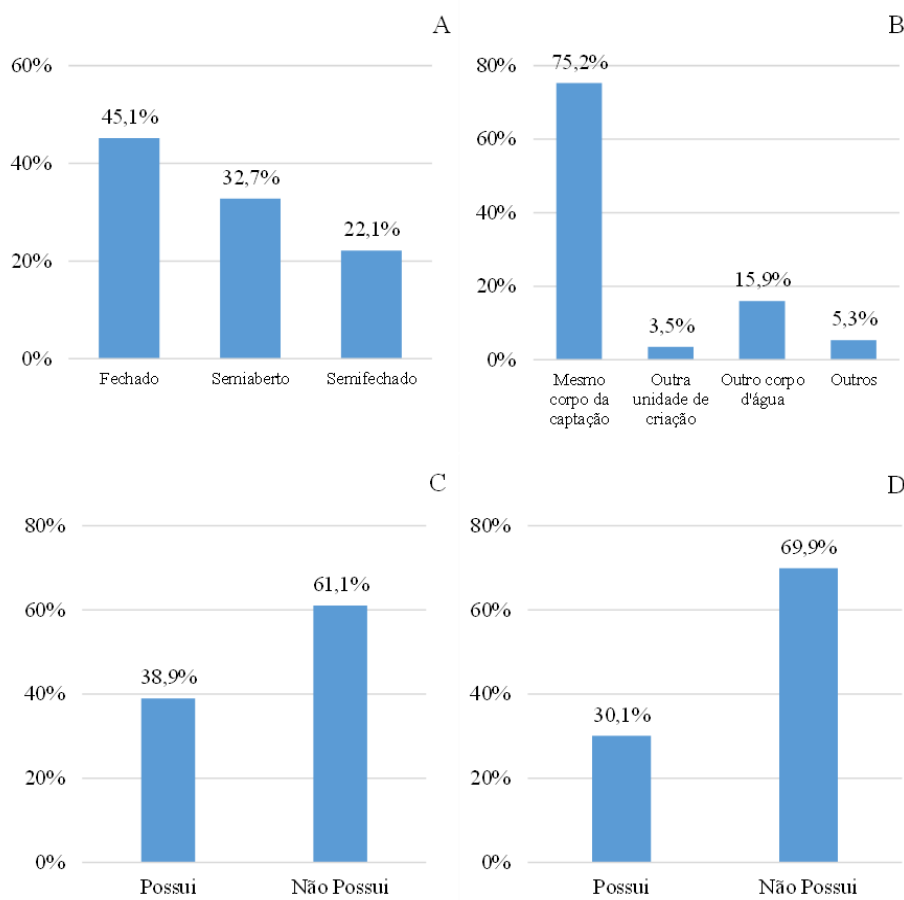
Figura 33 - Sistemas de produção adotados nas pisciculturas da microrregião Grande Dourados



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Com 45% das pisciculturas em sistemas fechados, 75% das pisciculturas descartam o efluente da produção no mesmo local de captação da água (Figura 34).

Figura 34 - Participação dos itens Sistema de produção (A), Descarte de água (B), Tratamento de afluente (C) e Tratamento de efluente (D) em pisciculturas na microrregião Grande Dourados

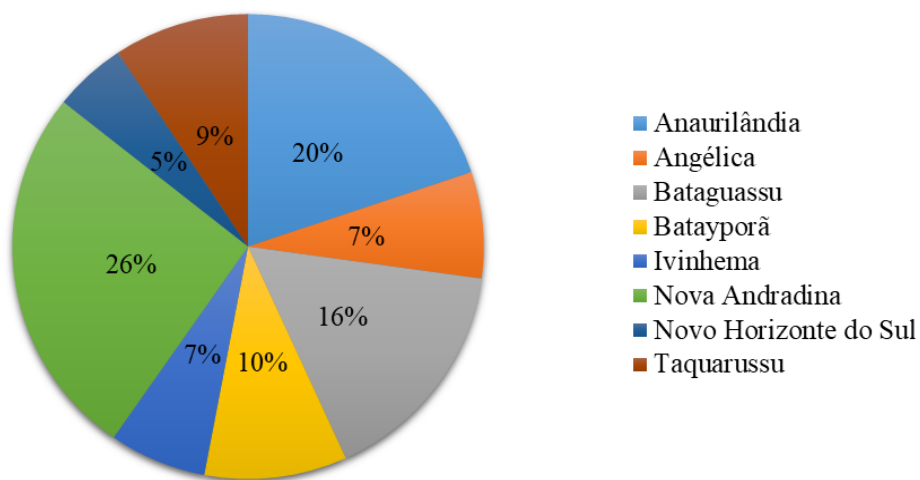


Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

3.5 Microrregião Leste

A Microrregião Leste tem Nova Andradina com o maior número de propriedades com inscrição estadual para aquicultura (Figura 35). Nessa microrregião, a produção tem a finalidade para consumo próprio (33%) e engorda (24%) (Figura 36).

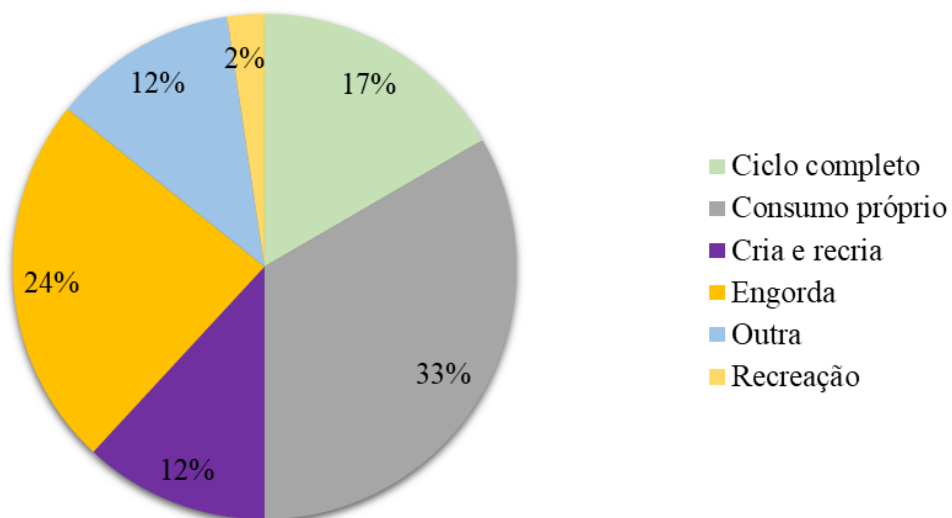
Figura 35 - Participação das propriedades com inscrição para aquicultura por município da microrregião Leste



IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

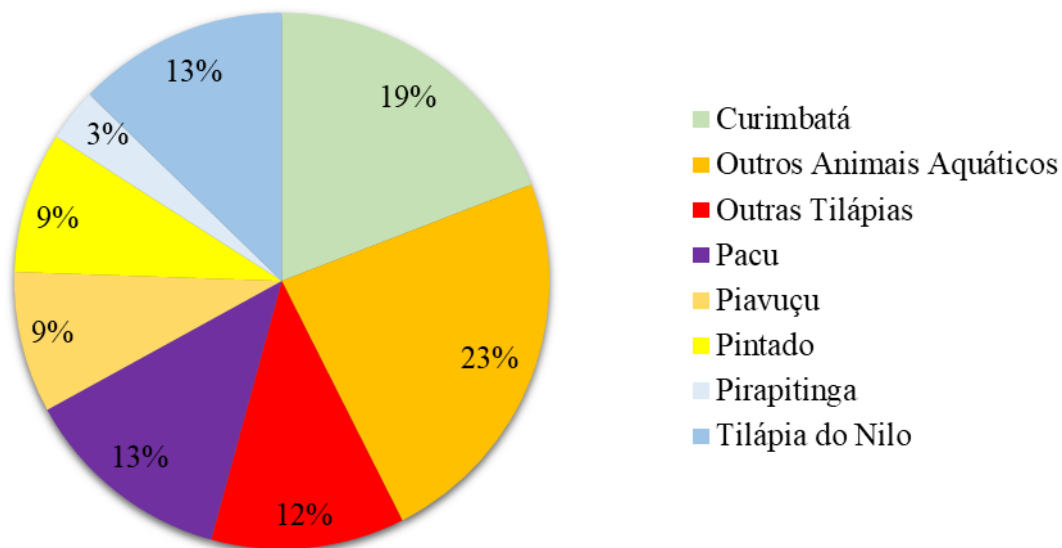
Fonte:

Figura 36 - Finalidade da produção nas pisciculturas da microrregião Leste



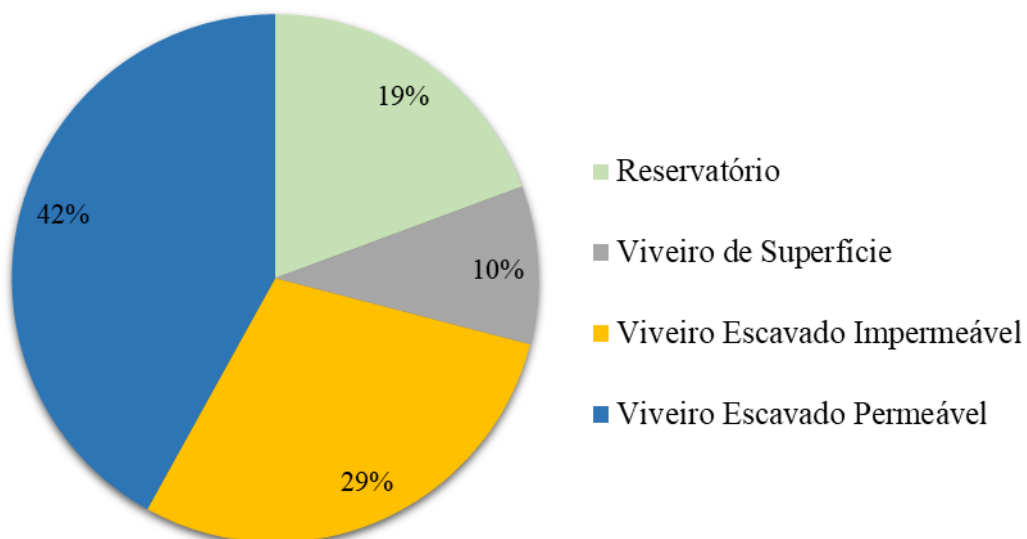
Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Figura 37 - Espécies de peixes cultivadas nas unidades de produção na microrregião Leste



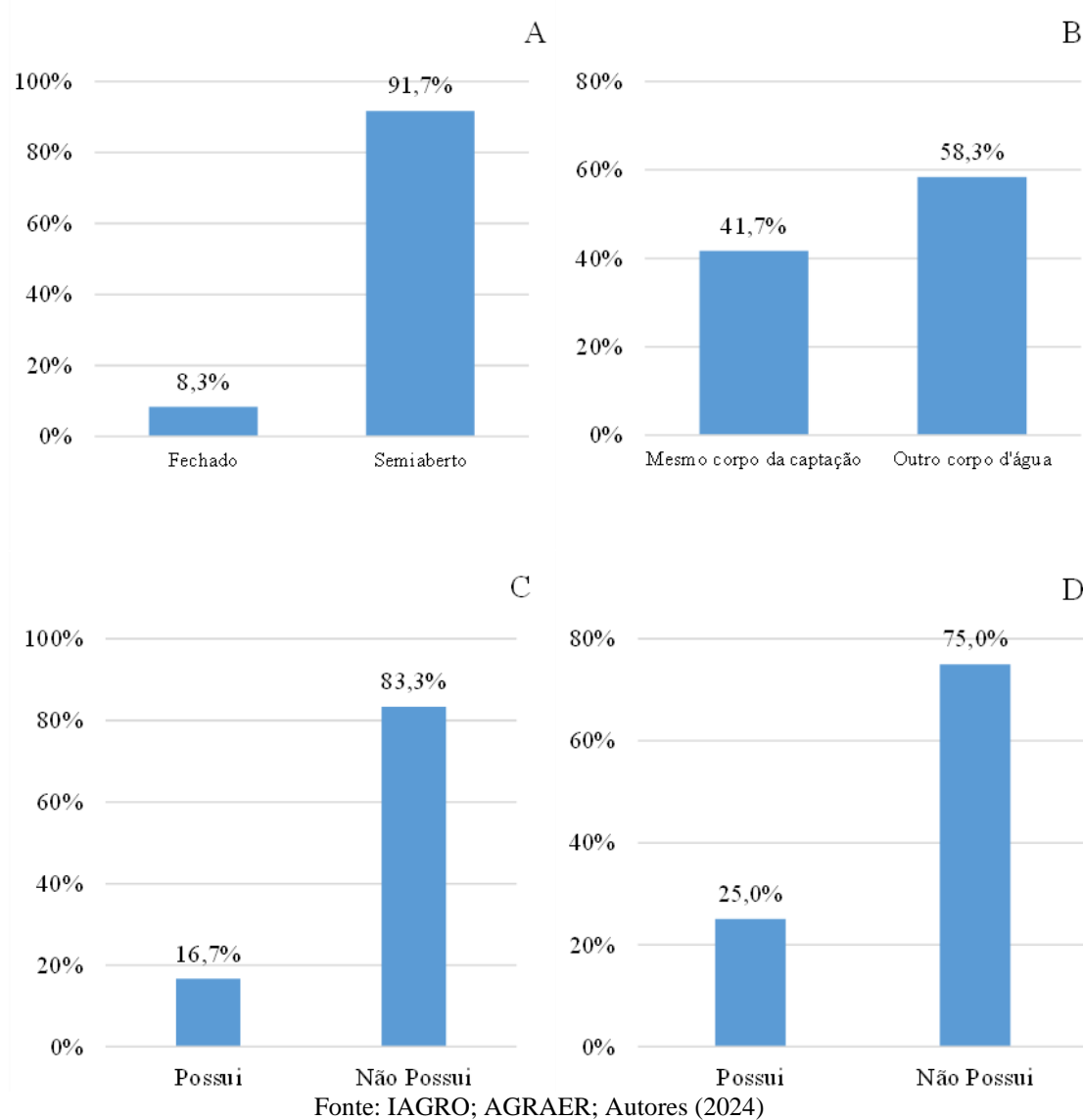
Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Figura 38 - Sistemas de produção adotados nas pisciculturas da microrregião Leste



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

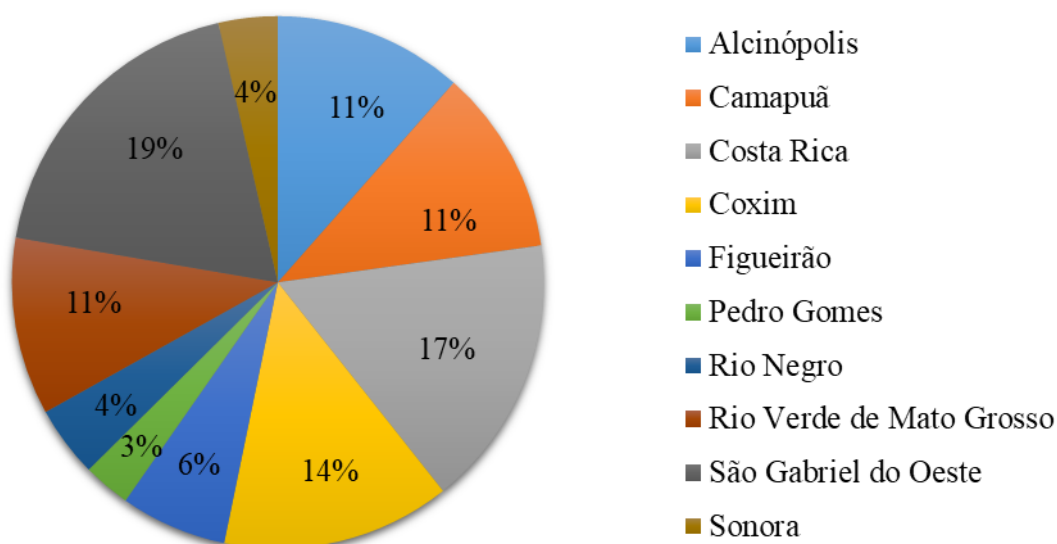
Figura 39 - Participação dos itens Sistema de produção (A), Descarte de água (B), Tratamento de afluente (C) e Tratamento de efluente (D) em pisciculturas na microrregião Leste



3.6 Microrregião Norte

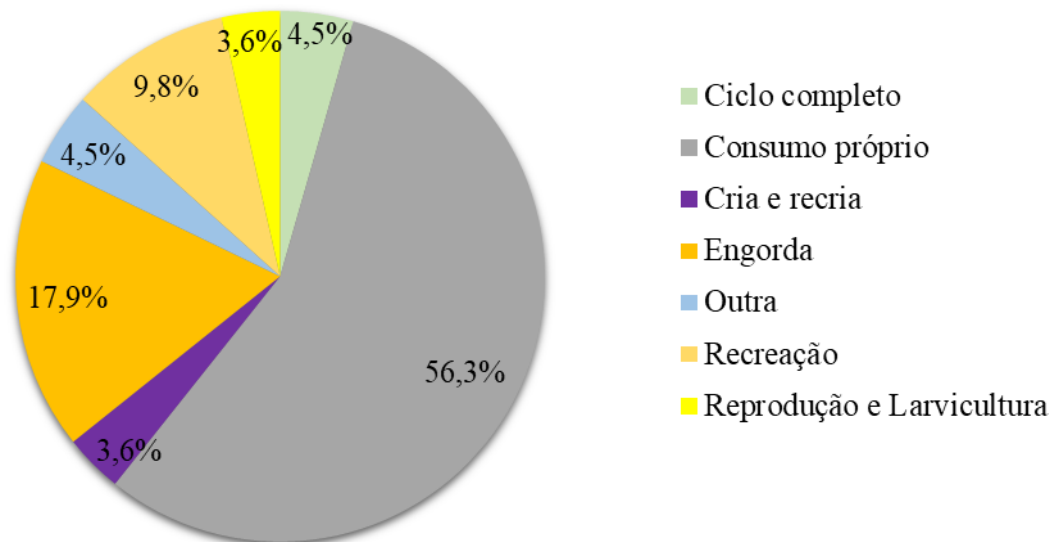
Na microrregião Norte, o município de São Gabriel do Oeste aparece em primeiro lugar no *ranking* dos municípios com maior número (19%) de inscrição estadual para aquicultura, seguido de Costa Rica (17%) e Coxim (14%) (Figura 40). Essa microrregião tem pouco mais de 50% da produção de peixe destinada ao consumo próprio. As pisciculturas destinadas à produção de larvas e alevinos e as que fazem o ciclo completo participam com menos de 5% (Figura 41).

Figura 40 - Participação das propriedades com inscrição para aquicultura por município da microrregião Norte



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

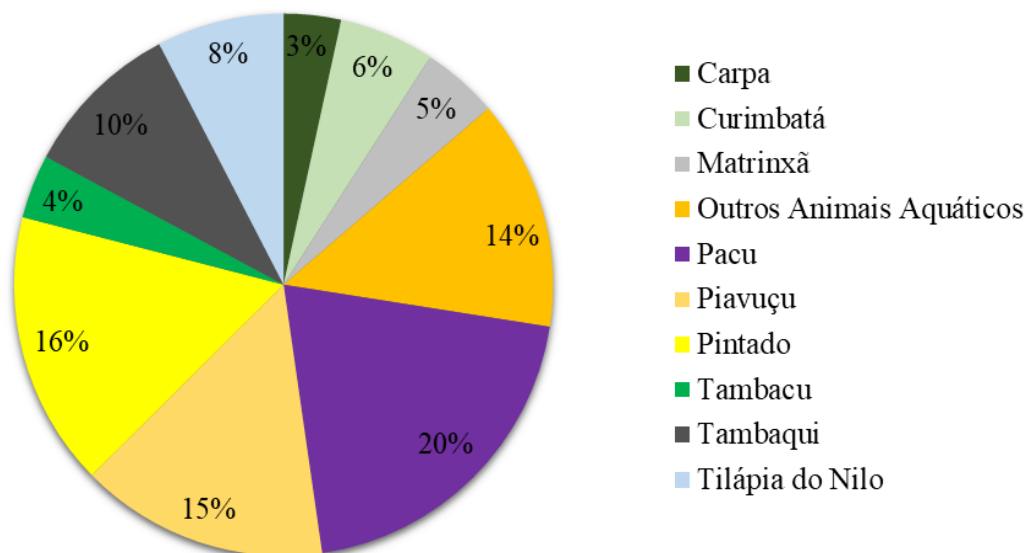
Figura 41 - Finalidade da produção nas pisciculturas da microrregião Norte



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

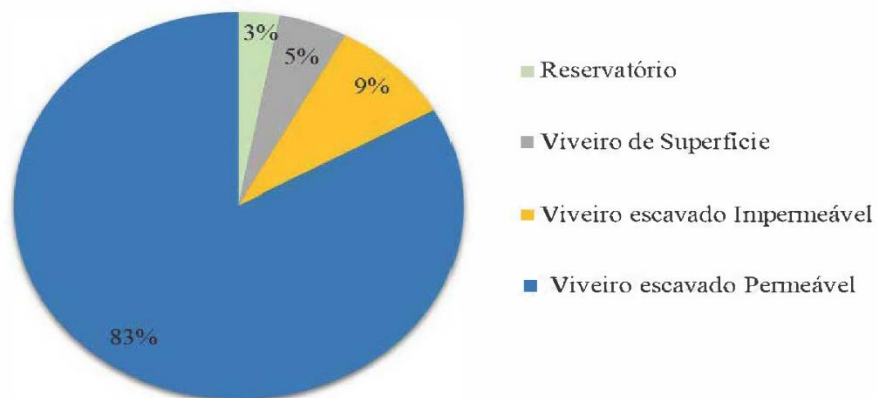
Existe grande diversidade de espécies de peixe sendo produzidas, entretanto, o destaque é para a tilápia (20,2%), seguida do pintado (16,4%) (Figura 42). Sendo mais de 80% da piscicultura praticada em viveiro escavado permeável (Figura 43).

Figura 42 - Espécies de peixes cultivadas nas unidades de produção na microrregião Norte



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

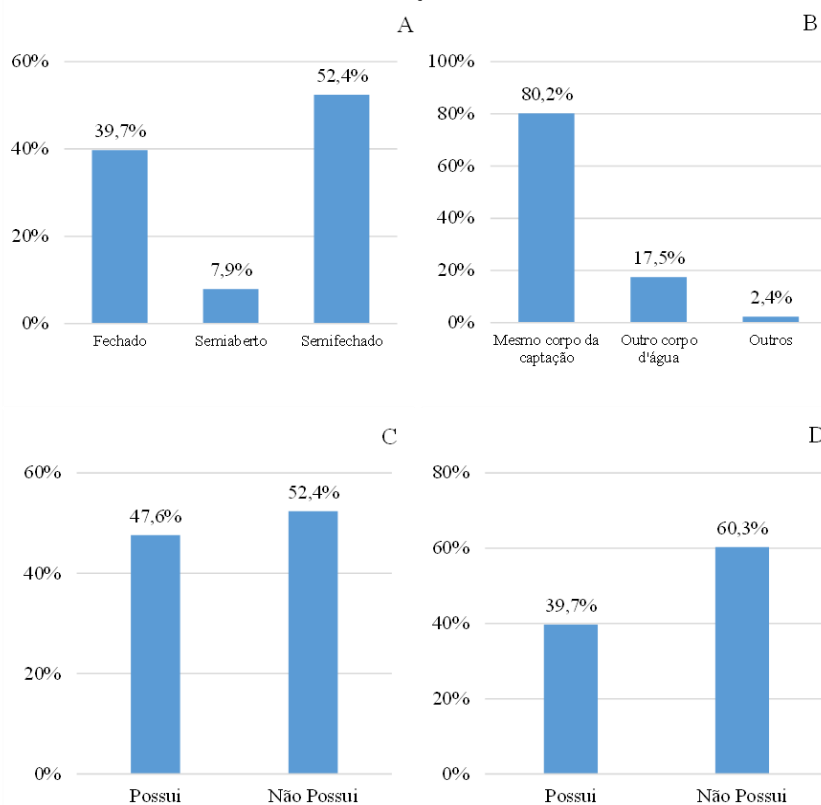
Figura 43 - Sistemas de produção adotados nas pisciculturas da microrregião Norte



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Cerca de metade da produção de peixe é realizada em sistema semifechado e com descarte do efluente no mesmo corpo hídrico que foi realizada a captação da água para a produção. O efluente da piscicultura não é tratado, antes de ser devolvido ao meio ambiente (Figura 44).

Figura 44 - Participação dos itens Sistema de produção (A), Descarte de água (B), Tratamento de afluente (C) e Tratamento de efluente (D) em pisciculturas na microrregião Norte

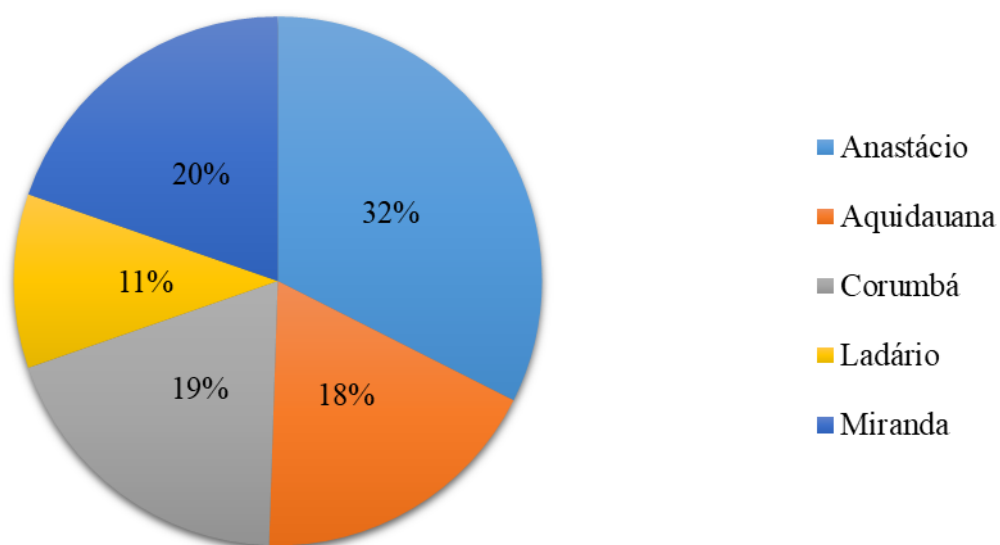


Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

3.7 Microrregião Pantanal

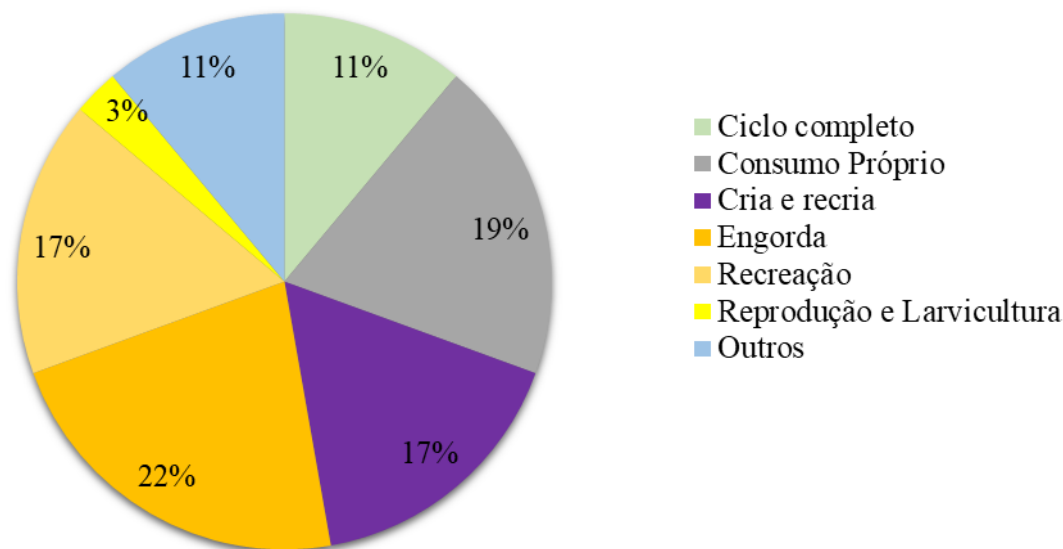
A microrregião Pantanal tem Miranda e Anastácio com as maiores participações quanto ao número de propriedades com inscrição para aquicultura, respectivamente, 32% e 20% (Figura 45). Entretanto, ressaltamos que Corumbá, município dentro do ecossistema Pantanal, tem 19% das propriedades com inscrição estadual para aquicultura. Assim como, são responsáveis pela engorda de organismos aquáticos, nessa microrregião, 22% das propriedades e 19% produzem para consumo próprio (Figura 46).

Figura 45 - Participação das propriedades com inscrição para aquicultura por município da microrregião Pantanal



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Figura 46 - Finalidade da produção aquícola na microrregião Pantanal

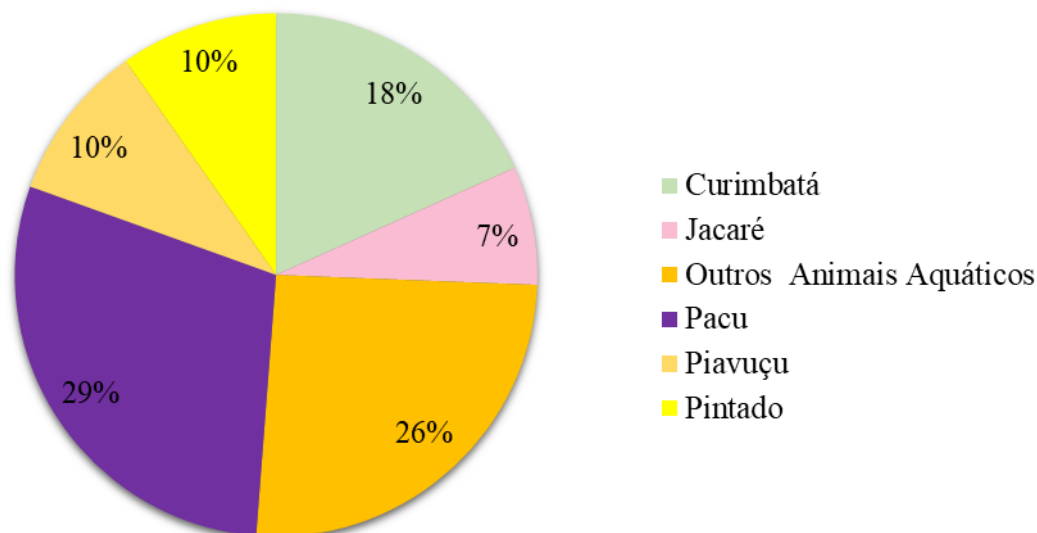


Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Na figura 47, podemos observar que a espécie mais produzida é o pacu (29%), entretanto, chamamos a atenção para a produção de relevância, na microrregião Pantanal, que é o jacaré (7%). No município de Corumbá foi instalado um complexo industrial de criação, abate, industrialização e comercialização da carne e do couro e jacarés do Pantanal, a empresa Caimasul – Caimans do Sul do Pantanal Importação e Exportação Ltda. Esse complexo está em funcionamento com um modelo de produção intensiva e tecnificada, empregando moderno sistema de criação de forma sustentável, sendo, sem dúvida, o grande destaque da produção aquícola no Pantanal.

Além disso, a empresa trabalha em parceria com as comunidades ribeirinhas, as quais são responsáveis pela coleta de ovos das regiões com maior densidade de animais. Essa atividade impacta na geração de rendas, pois tem em torno de 50 contratações diretas, fortalecendo a colaboração com os ribeirinhos. Esses ovos são transferidos para a Caimasul, a fim de dar início aos trabalhos em cativeiro, em uma área de 20 hectares, na qual a empresa mantém uma produção de 15.132 animais.

Figura 47 - Espécies de organismos aquáticos cultivadas nas unidades de produção na microrregião Pantanal



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

A piscicultura nessa microrregião é praticada principalmente, em sistemas de viveiros escavados, sendo permeáveis (60%) e impermeáveis (15%) (Figura 48), porém, juntos, os municípios não chegam a 40 toneladas de organismos aquáticos produzidos. Não há tratamento de efluentes e o descarte é realizado no mesmo corpo hídrico em que a água da piscicultura é captada (Figura 49).

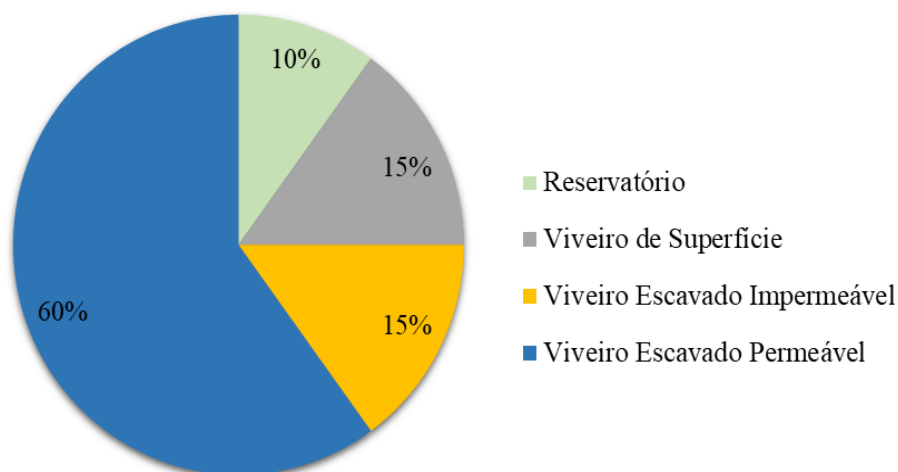
Importante destacar que esse sistema de cultivo mais tradicional, ou seja, os viveiros escavados, tem limitações na planície pantaneira, a qual, em função das suas características intrínsecas, tais como solos mais arenosos, topografia plana e os ciclos de cheia, torna esse sistema inviável. Na planície pantaneira, a água disponível que está no rio, passa por períodos de cheia, inundando suas margens, impedindo sua utilização.

A solução mais adequada encontrada é o cultivo de peixes em tanques-rede, principalmente, em braços de rios, corixos e vazantes. Considerando maior facilidade de manejo e despesca dos animais, e a otimização de corpos d'água já existentes, que a produção em tanques-rede oferece, a atividade pode ser uma alternativa em regiões onde existem populações ribeirinhas, como no caso do Pantanal.

As comunidades de ribeirinhos e pescadores profissionais-artesanais possuem pouca alternativa para aumento da produção e ocupação da mão de obra disponível,

portanto, iniciativas que visam diversificar a produção e fortalecer a agricultura familiar são sempre vistas com interesse pelas organizações governamentais ou não governamentais e pelos atores sociais envolvidos no processo. Instituições como EMBRAPA Pantanal e UEMS já tiveram iniciativas para implantação de tanques-rede em braços do Rio Paraguai, para produção de pacu e cachara, porém, o maior desafio esbarra no fenômeno da decoada quando os níveis muito baixos ou a ausência de oxigênio dissolvido aliados a altos teores de dióxido de carbono, inviabilizam o cultivo dos peixes.

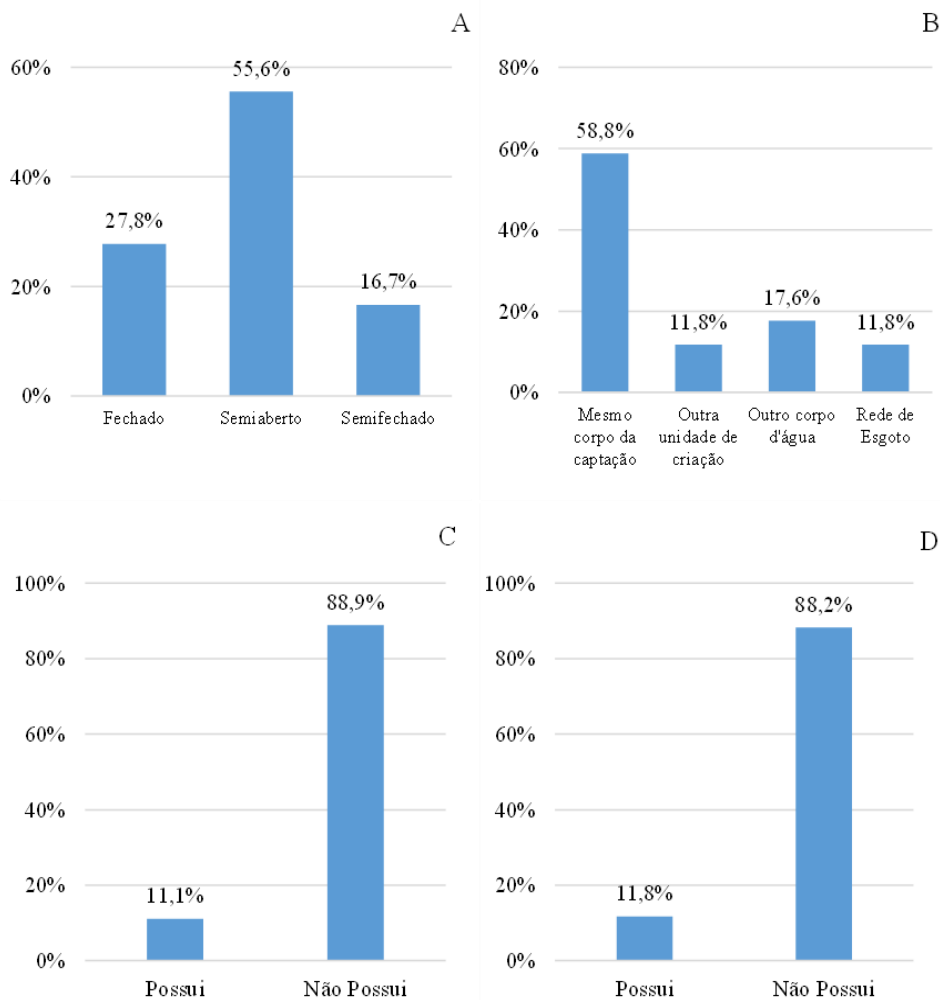
Figura 48 - Sistemas de produção adotados nas pisciculturas da microrregião Pantanal



IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Fonte:

Figura 49 - Participação dos itens Sistema de produção (A), Descarte de água (B), Tratamento de afluente (C) e Tratamento de efluente (D) em pisciculturas na microrregião Pantanal

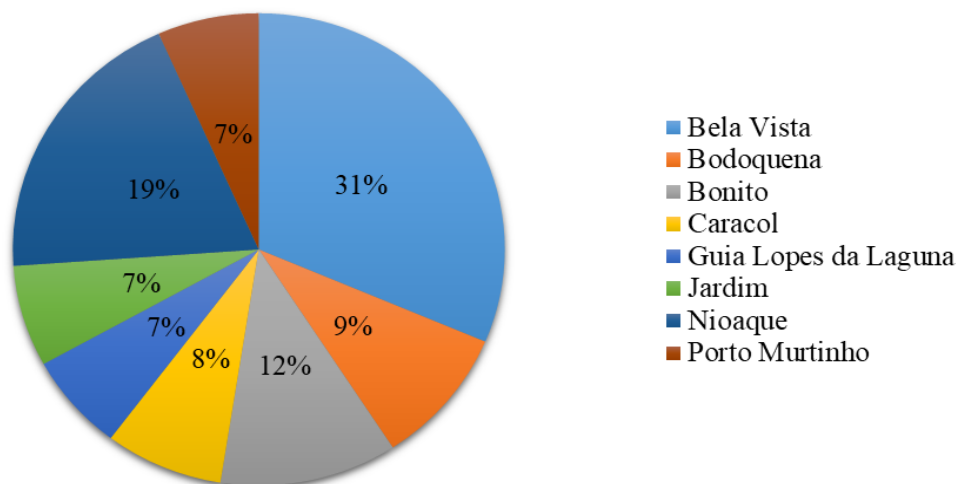


Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

3.8 Microrregião Sudoeste

A microrregião Sudoeste tem seu maior volume de produção no município de Bodoquena, entretanto, o maior número de propriedades com inscrição estadual para aquicultura fica no município de Bela Vista (Figura 50).

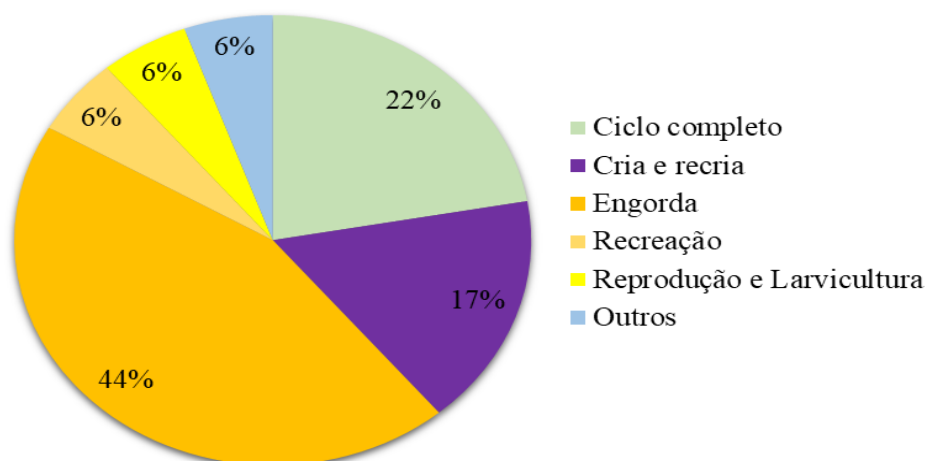
Figura 50 - Participação das propriedades com inscrição para aquicultura por município da microrregião Sudoeste



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

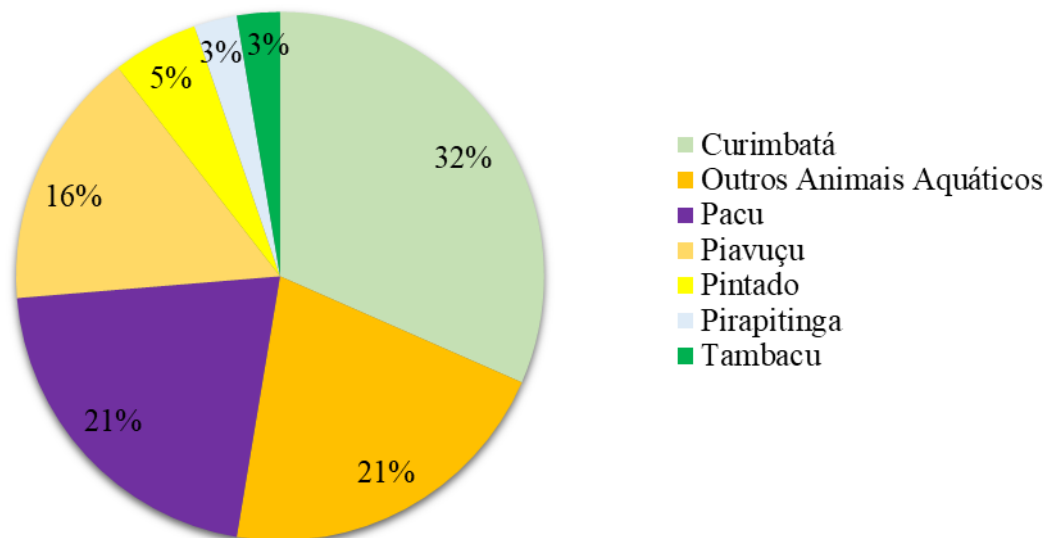
A engorda de peixe é a finalidade de 44% das pisciculturas nessa microrregião (Figura 51), sendo a curimba a espécie mais produzida (Figura 52). O sistema mais utilizado para produção de peixe é o tradicional, o viveiro escavado permeável (81%) (Figura 53), porém, sem preocupação com tratamento do efluente e descarte da água (Figura 54).

Figura 51 - Finalidade da produção aquícola na microrregião Sudoeste



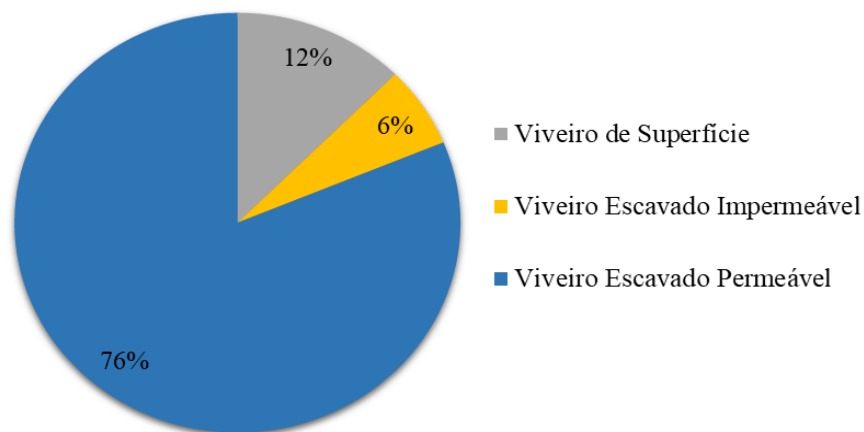
Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Figura 52 - Espécies de organismos aquáticos cultivados nas unidades de produção na microrregião Sudoeste



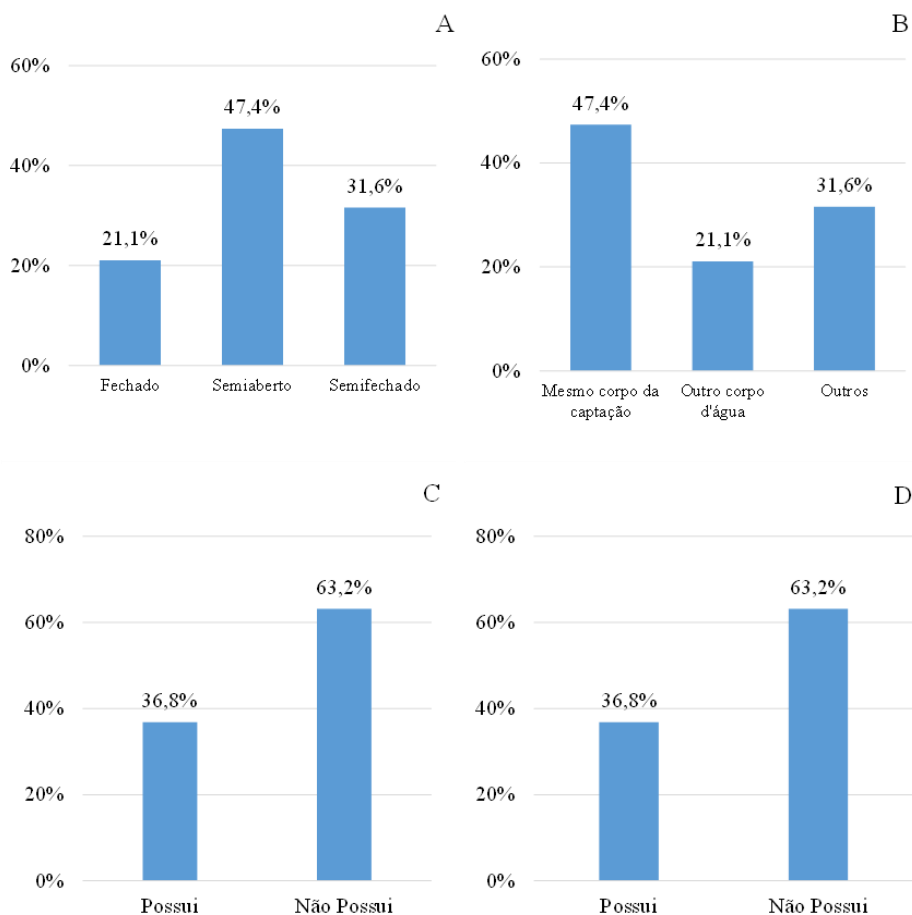
Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Figura 53 - Sistemas de produção adotados nas pisciculturas da microrregião Sudoeste



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

Figura 54 - Participação dos itens Sistema de produção (A), Descarte de água (B), Tratamento de afluentes (C) e Tratamento de efluente (D) em pisciculturas na microrregião Sudoeste

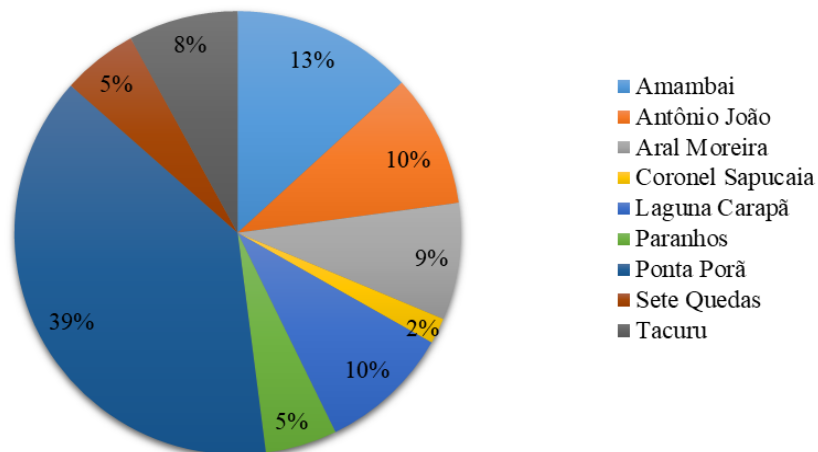


Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

3.9 Microrregião Sul-Fronteira

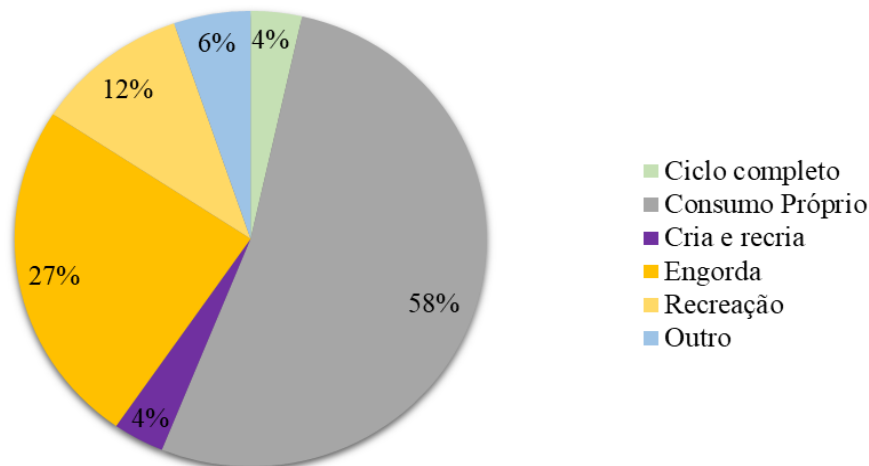
Na microrregião Sul-Fronteira, 34% das propriedades com inscrição estadual para aquicultura estão no município de Ponta Porã, seguido de Amambai com 13%. Todos os outros municípios apresentam 10% ou menos de propriedades com inscrição estadual (Figura 55). Considerando a finalidade da produção, a maior parte (68%) está relacionada com consumo próprio, 27% fazem engorda e apenas 4% realizam o ciclo completo (Figura 56).

Figura 55 - Participação das propriedades com inscrição para aquicultura por município da microrregião Sul-Fronteira



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

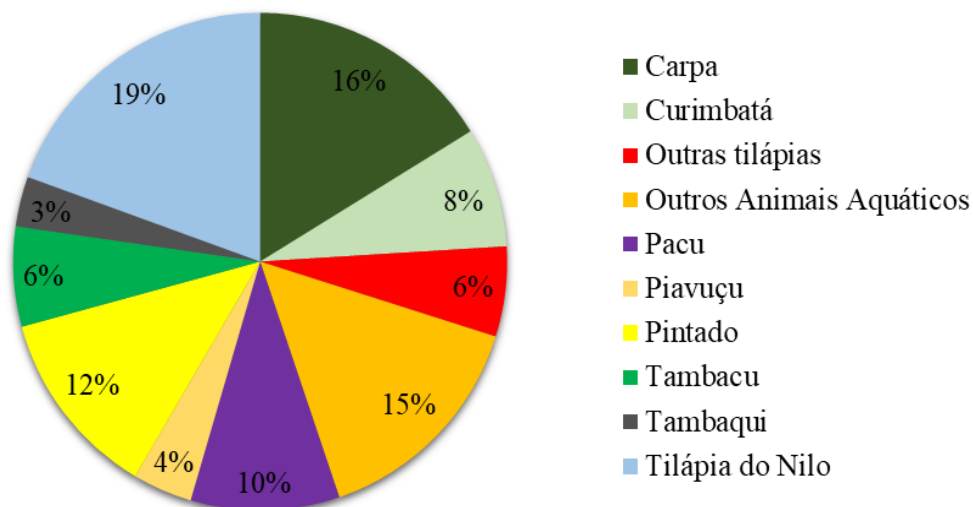
Figura 56 - Finalidade da produção aquícola na microrregião Sul-Fronteira



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

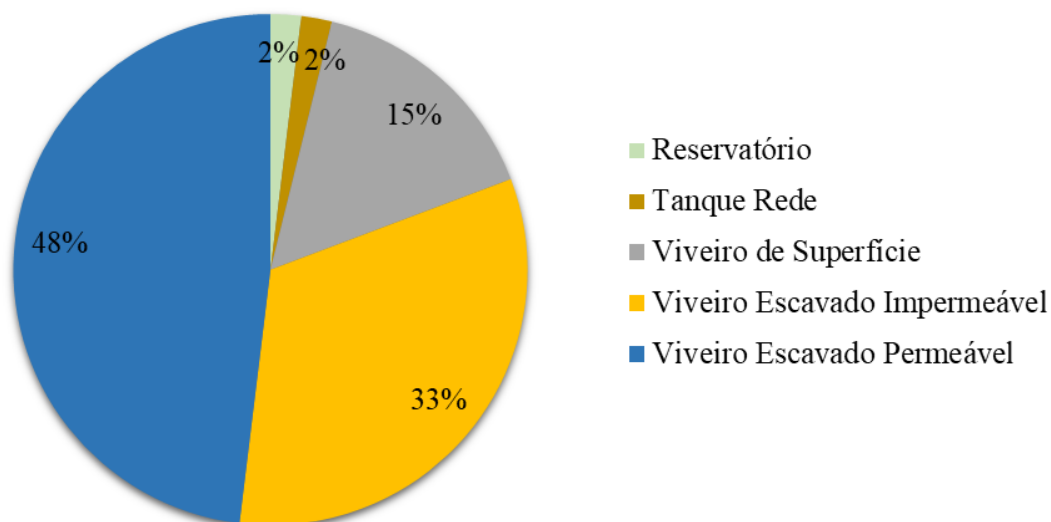
Existe uma diversificação nas espécies produzidas, com uma participação bem dividida entre as espécies: tilápia do nilo (19%), pintado (12%), pacu e carpa capim, ambos com 10%, curimbatá (8%), outras tilápias, tambacu e carpa húngara, todos com 6% e, abaixo de 55 aparecem o tambaqui e o piavuçu (Figura 57). Quase metade (48% das propriedades adotam o viveiro escavado permeável, embora os viveiros impermeáveis sejam adotados em 33% das pisciculturas (Figura 58).

Figura 57 - Espécies de peixes cultivados nas unidades de produção na microrregião Sul-Fronteira



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

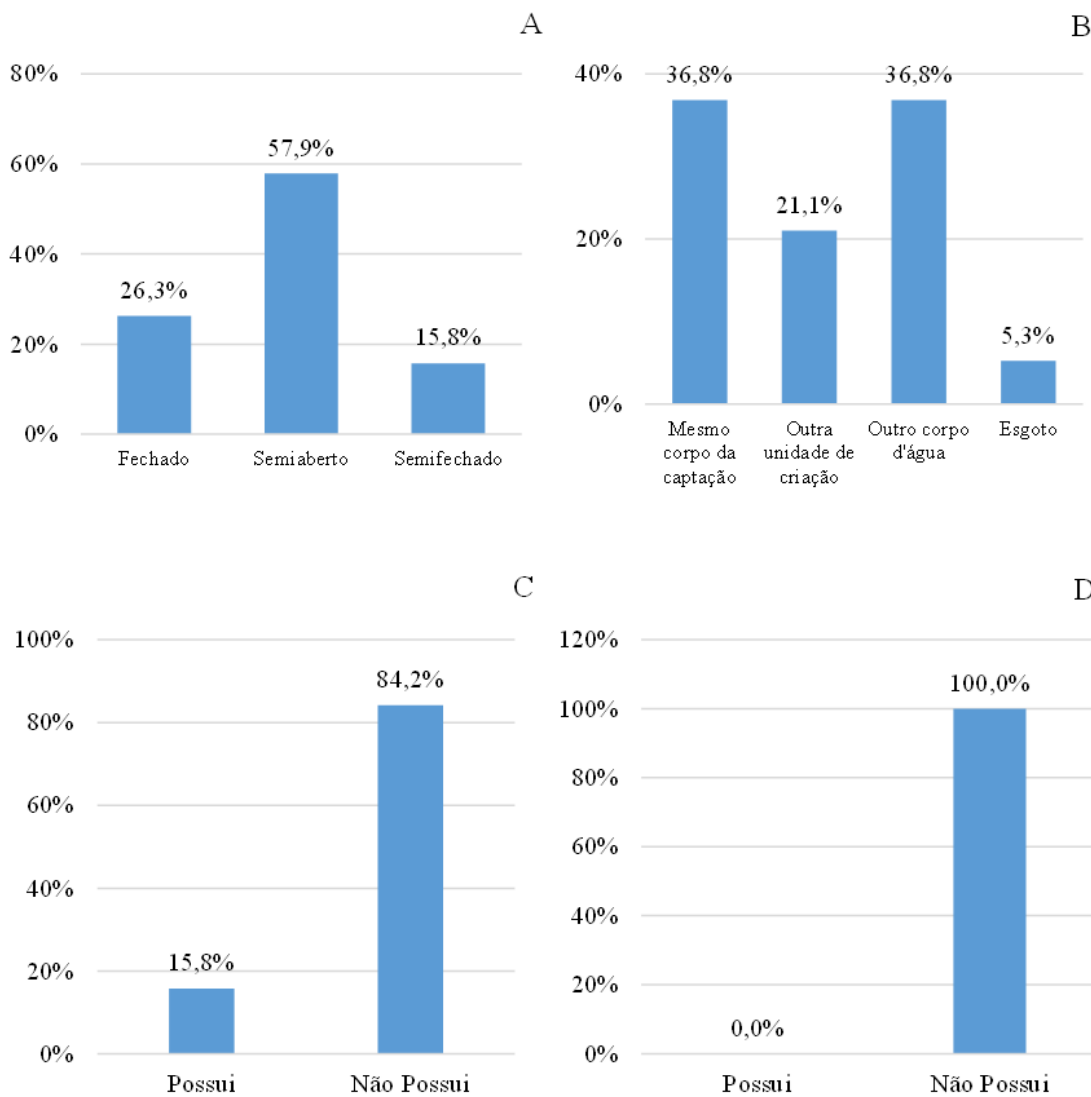
Figura 58 - Sistemas de produção adotados nas pisciculturas da microrregião Sul-Fronteira



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

O descarte do efluente da piscicultura é realizado tanto no mesmo corpo d'água da captação (37%), quanto em outro corpo d'água (37%), a grande maioria (84%) não realiza tratamento do efluente e 100% das propriedades não têm responsável técnico pela produção (Figura 59).

Figura 59 - Participação dos itens Sistema de produção (A), Descarte de água (B), Tratamento de afluente (C) e Tratamento de efluente (D) em pisciculturas na microrregião Sul Fronteira



Fonte: IAGRO; AGRAER; Autores (2024)

4 Indústrias de pescado no estado de Mato Grosso do Sul

O Governo do Estado tem um programa forte que concede incentivos a indústria e também tem o Pro-Peixe que incentiva a produção de peixes por parte do piscicultor, dando um incentivo financeiro diretamente ao produtor no momento do abate do peixe, de maneira a impulsionar a piscicultura estadual.

4.1 Plano Estadual de fortalecimento da cadeia produtiva da piscicultura no Estado de Mato Grosso do Sul - Pro-Peixe

O Pro-Peixe foi criado no ano de 2020, com intuito de promover o fortalecimento da cadeia produtiva da piscicultura no estado de Mato Grosso do Sul. Na lista dos seus objetivos específicos está a adequação da carga tributária sobre o produto para melhorar competitividade frente a outros estados, a atração de recursos públicos e privados para investimentos em unidades de processamento de peixes e bioinsumos, o apoio a viabilização de crédito e recursos financeiros para o setor, o premiar a eficiência e eficácia do piscicultor do MS, por meio da concessão de incentivos financeiros, bem como executar e apoiar projetos de inspeção e defesa sanitária animal.

Esse plano estadual de fortalecimento da piscicultura, beneficia produtores rurais, em especial os agricultores familiares dispostos a produzir peixe de forma organizada, a fim de atender as demandas do mercado. Esses mesmos produtores deveriam estar cadastrados na antiga Secretaria do Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico e Agricultura Familiar (SEMAGRO), ou aos órgãos a ela vinculados para usufruir dos benefícios tributários, de fomento e assistência técnica, além dos serviços ambientais e da defesa e inspeção sanitária.

Entre os diversos mecanismos de fortalecimento do Pro-Peixe, está o MS Empreendedor, cujos benefícios seriam concedidos às indústrias da cadeia produtiva da piscicultura, como forma de fomento ao aumento da atividade industrial e a possibilidade do uso dos recursos Fundo de apoio ao desenvolvimento econômico e de equilíbrio do estado - FADEFE, com o intuito de fomentar a cadeia produtiva com implantação de

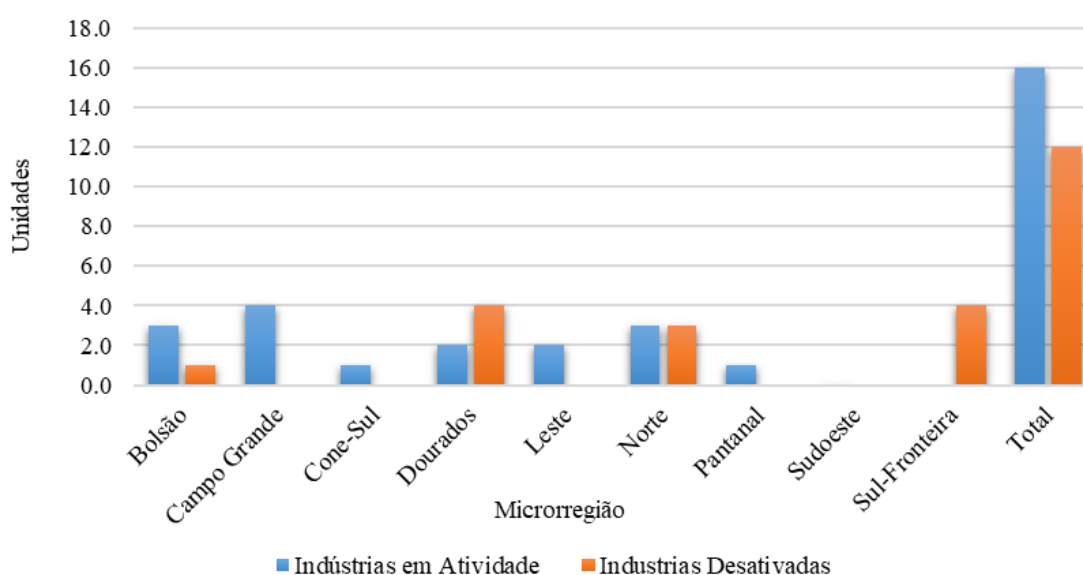
entrepostos de pescados e melhorias das estradas de acesso à frigoríficos de peixe e fábricas de ração para peixes.

4.2 Plantas de processamento e volume de produção de pescado no MS

Depois de possuir cerca de 27 plantas de processamento de pescado, atualmente, MS conta apenas com 16 indústrias de pescado ativas, sendo uma de jacaré, no município de Corumbá e todas as outras são indústrias de peixe (Figura 60). O setor conta com frigoríficos com inspeção federal para processamento do peixe nas cidades de Itaporã, Mundo Novo, Campo Grande, Dourados, Aparecida do Taboado e Dois Irmãos do Buriti, além de abatedouro com Serviço de Inspeção Estadual (SIE), em Dourados, e com inspeção municipal em Campo Grande, Itaporã e Laguna Carapã, melhorando a segurança alimentar e o controle higiênico-sanitário do produto.

O aumento no número de fábricas de rações para peixes no Centro-Oeste do país, aliado ao crescimento da produção de grãos nessas regiões, tem favorecido os produtores com uma maior oferta de rações a preços mais competitivos, especialmente para aqueles que gozam de alguma economia de escala.

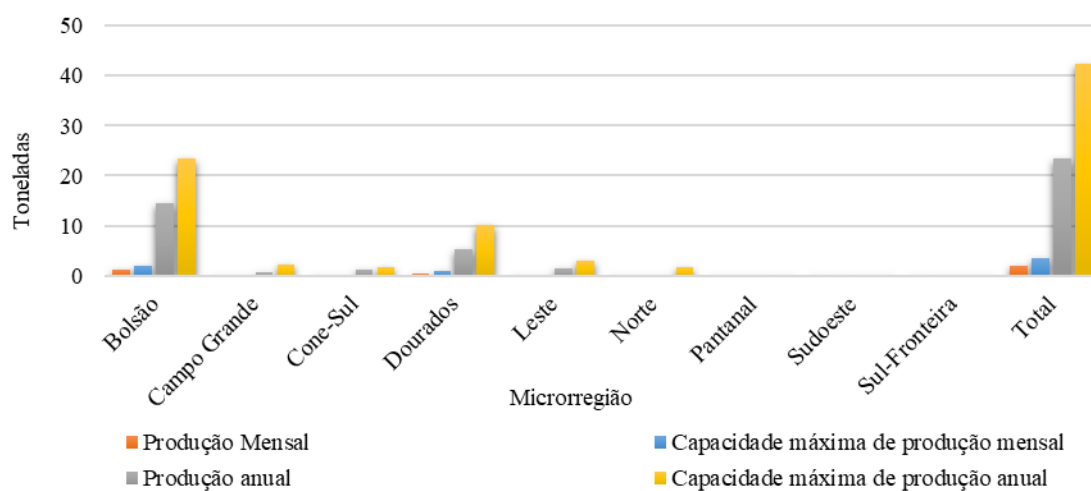
Figura 60 - Indústrias ativas de processamento de pescado em Mato Grosso do Sul



Fonte: IAGRO (2024)

As microrregiões Campo Grande e Dourados se destacam em número de indústrias e em volume de produção anual de peixe (Figura 61), entretanto, a única indústria a abater outro animal aquático é a empresa Caimasul, na microrregião Pantanal, tendo produzido 28.531kg de carne de jacaré no ano de 2023.

Figura 61 - Volume de produção (em toneladas) de pescado por microrregião em Mato Grosso do Sul

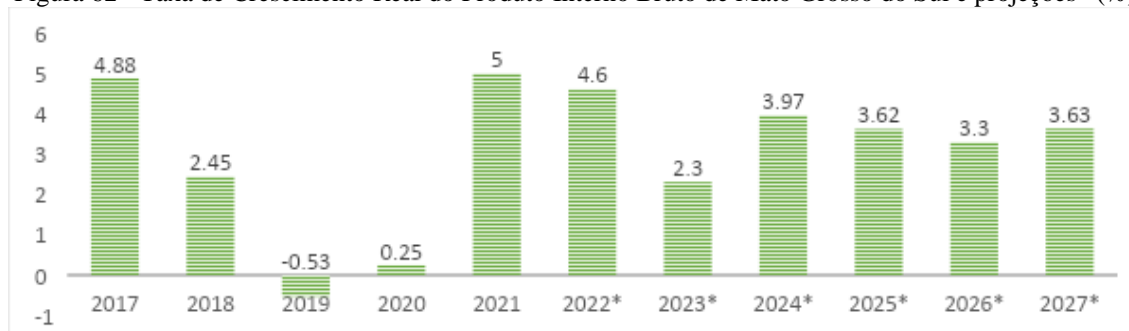


Fonte: IAGRO (2024)

5 Aquicultura no Mato Grosso do Sul - uma análise de indicadores econômicos

A economia de Mato Grosso do Sul vem apresentando um desempenho relativamente positivo em comparação com diversos outros estados e com a média de crescimento nacional. Na figura 62, pode-se verificar a taxa de crescimento real do PIB, bem como suas projeções até 2027 para o MS.

Figura 62 - Taxa de Crescimento Real do Produto Interno Bruto de Mato Grosso do Sul e projeções* (%)



Fonte: SEMAGRO (2020)

Os dados apresentados, indicam um ambiente de atividade econômica no MS positivo em relação à média para o Brasil. Na maioria dos anos, quando a economia brasileira cresce, MS têm crescido a taxas superiores. Inclusive, em 2020, quando o Brasil registrou uma recessão por conta da pandemia, o estado permaneceu com crescimento. Isto indica a pujança da economia do MS e com expectativas de crescimento para os próximos anos superiores às médias do Brasil. Outro indicador importante de atividade econômica é a participação dos setores econômicos no PIB do MS e do Brasil, que pode ser verificada na tabela 4.

Tabela 4 - Participação dos setores econômicos na composição do PIB - Brasil e Mato Grosso do Sul – 2014 a 2020 (%)¹

Mato Grosso do Sul	2014	2018	2020
Primário	17,33	19,02	23,7
Secundário	21,63	22,26	21,21
Terciário	61,04	58,72	55,09
Brasil	2014	2018	2020
Primário	5,03	5,15	6,59
Secundário	23,79	21,85	22,51
Terciário	71,18	73	70,9

Fonte: Adaptado de Semagro (2022)

Analisando a tabela 4 é possível observar uma evolução significativa da participação do setor primário no PIB do estado de MS, saindo de 17,3% para 23,7%. Isto evidencia a consolidação do setor agropecuário e sua importância na geração de riquezas para o MS. No mesmo período, a participação do setor primário no PIB do Brasil teve uma menor evolução, na margem, saindo de 5,03% para 6,59%. Já o setor secundário no estado, ficou praticamente estável, enquanto ocorreu uma queda no Brasil. O setor terciário apresentou pequena queda no Brasil e no MS.

Nesse contexto de crescimento do setor agropecuário, a aquicultura parece ser estratégica para o estado e para o Brasil. A aquicultura é uma atividade econômica que se destaca pela produção de alimentos de origem aquática, tais como peixes, crustáceos, moluscos e algas. Esta atividade tem uma importância crescente para a economia mundial, o desenvolvimento econômico, a criação de empregos e a sustentabilidade. Ademais, a aquicultura é importante para a economia porque geralmente é caracterizada por envolver uma grande variedade de espécies e produtos, além de considerável geração de receita. Como resultado, a aquicultura pode contribuir consideravelmente para diversificação econômica, geração de renda e desenvolvimento local.

Outro ponto fundamental é que a aquicultura pode também ser uma importante fonte de empregos, principalmente para a população que vive nas áreas rurais. O emprego na aquicultura inclui a criação, o fornecimento de ração, insumos, o comércio de produtos,

¹ Possíveis diferenças devem-se a arredondamentos.

o suporte logístico, a construção e manutenção de instalações, a administração e o monitoramento ambiental, ou seja, é um setor que pode ter transbordamentos positivos e um efeito multiplicador por outros setores. Na figura 63, podemos verificar a evolução dos empregos formais de 2010 até 2021:

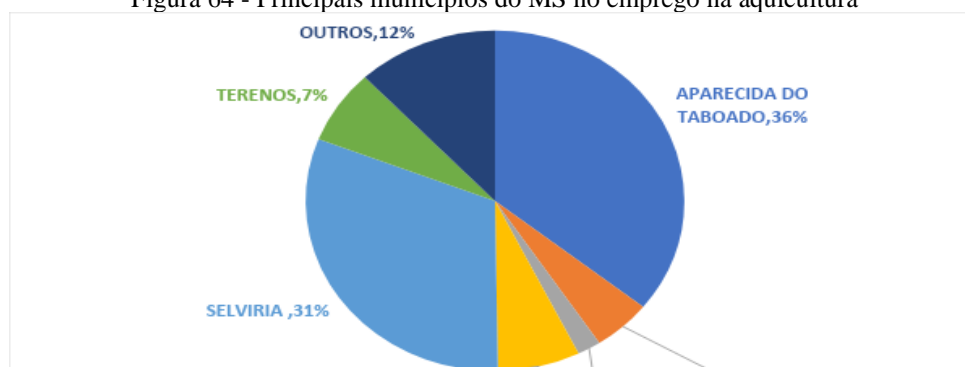
Figura 63 - Evolução de empregos formais na aquicultura no MS



Fonte: RAIS/MTE (2023).

Observando os dados do gráfico, podemos perceber que ocorreu no período entre 2010 e 2021, uma tendência clara de evolução na quantidade de emprego formal na aquicultura. Podemos observar que ocorreram sazonalidades no período, mas o aumento foi 172.2% entre 2010 a 2021. Outra questão relevante é a desagregação por municípios do estado, por isso, na figura 64 podemos observar o percentual dos empregos na aquicultura por município:

Figura 64 - Principais municípios do MS no emprego na aquicultura



Fonte: RAIS/MTE (2023).

A maioria dos empregos se concentram em Aparecida do Taboado e Selvíria, com 67% da concentração de empregos formais. Essa característica parece estar alinhada com as características do setor, pois as regiões produtivas estão próximas dessas áreas. Outros municípios que emergem com alguma relevância no mercado de trabalho são: Paranaíba, Itaporã, Terenos e Mundo Novo. Analisando os aspectos produtivos podemos verificar na tabela 5, a evolução do valor da produção no Brasil e MS entre 2019 e 2021:

Tabela 5 - Produção da aquicultura no Brasil e MS Valor da produção (Mil Reais)

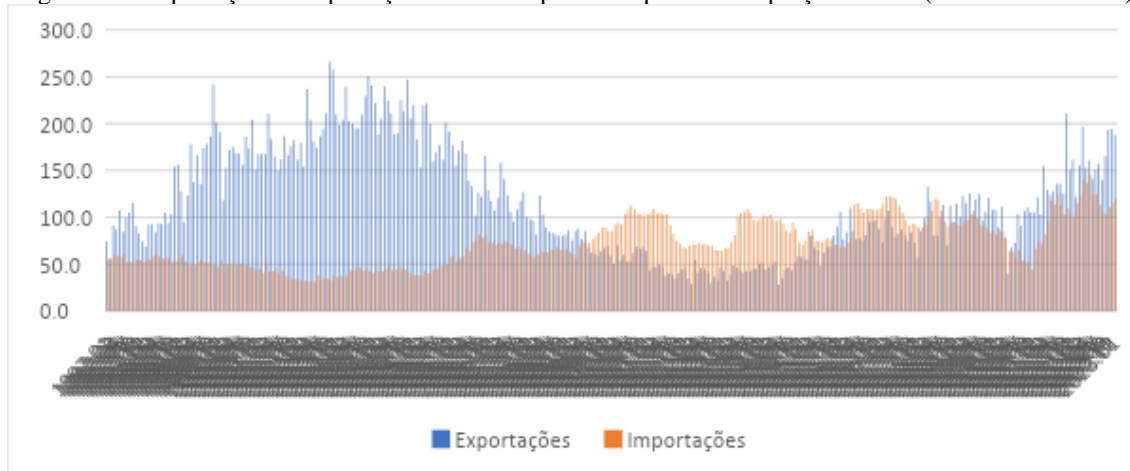
Região e Participação	2019	2020	2021
Brasil	R\$ 5.224.971,00	R\$ 6.067.551,00	R\$ 6.929.400,00
MS	R\$ 101.788,00	R\$ 115.735,00	R\$ 165.902,00
Participação do MS no Brasil	1,94%	1,90%	2,39%

Fonte: PPM IBGE (2023)

De 2019 até 2021, o MS teve um aumento da produção da aquicultura em termos de valor em 62%, ou seja, um avanço anual de aproximadamente 20% em termos nominais. Já em relação ao Brasil, este avanço foi de 32,6% e, aproximadamente, 10,8% ao ano. Isto indica que a taxa de crescimento da aquicultura no MS está num ritmo bastante significativo e superior à média nacional, caso esta taxa de crescimento se mantenha, o estado ganhará importância relativa, sendo ainda mais importante neste mercado. Isto ficou evidenciado também pela elevação da participação do MS no Brasil ao longo deste período.

Analisando as exportações e as importações do Brasil em pesca e aquicultura, podemos observar algumas tendências (Figura 65). As importações tiveram crescimento, mas na maior parte do período, as exportações superaram as importações, o que indica um superávit nesse setor. Em relação ao MS, podemos verificar a evolução das importações e exportações de peixes, crustáceos, moluscos e outros invertebrados aquáticos em dólares na figura 66.

Figura 65 - Exportações e Importações do Brasil pesca e aquicultura - preços: índice (média 2018 = 100)

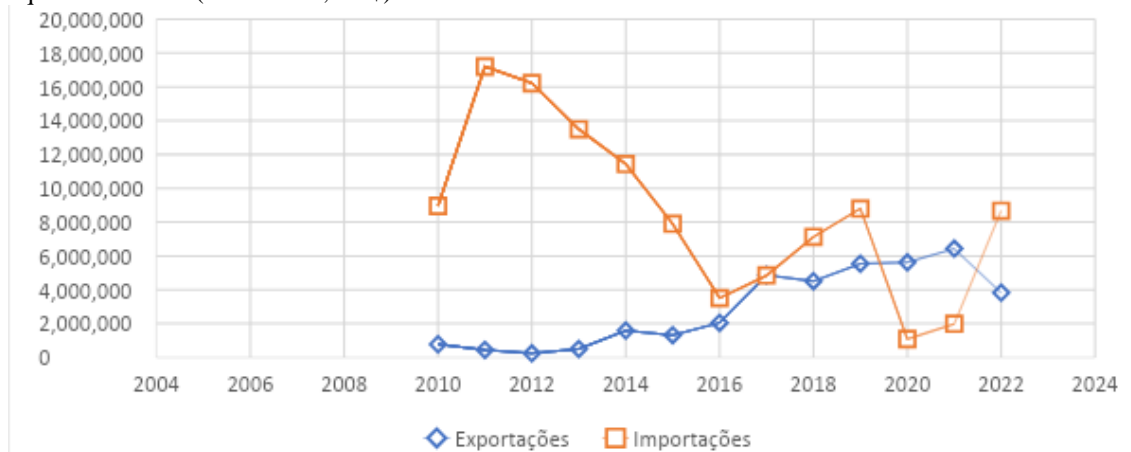


Fonte: IPEADATA (2023)

Para o MS podemos observar uma grande queda das importações entre 2011 e 2016, já em 2020, tivemos o menor valor de importação da série, seguido de uma recuperação em 2022. Entretanto, as importações tiveram uma tendência de alta entre 2010 e 2021, com uma pequena queda em 2022. O principal país de destino das exportações, analisando o período de 2015 até 2022, é os Estados Unidos e, em alguns momentos pontuais, uma pequena parcela para o Canadá, Japão e China (FAMASUL, 2023; SEMAGRO, 2020). Portanto, no que se refere às exportações do MS, é importante ocorrer um fortalecimento e uma diversificação de parceiros comerciais, isso pode ser fundamental para tornar nossas exportações menos vulneráveis e trazer mais divisas.

Para ter uma compreensão relativa dos estados, foi elaborado um *ranking* estadual com as exportações de peixes e crustáceos, moluscos e outros invertebrados aquáticos, anual de 2018 até 2020 (Quadro 2).

Figura 66 - Exportações e Importações cod (SH2) Peixes e crustáceos, moluscos e outros invertebrados aquáticos no MS (Valor FOB, US\$)



Fonte: ComexStat, 2023.

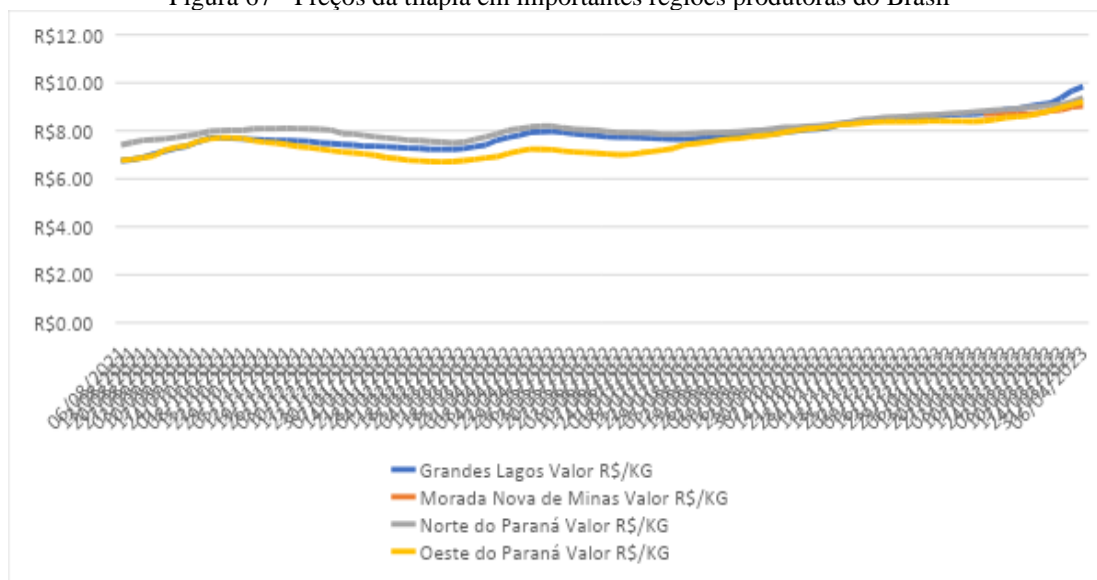
Quadro 1 - Ranking de maiores exportações por estados de Peixes e crustáceos, moluscos e outros invertebrados aquáticos (SH2) em FOB (US\$)

Ranking	2018	2019	2020	2021	2022
1°	Pará	Ceará	Pará	Ceará	Pará
2°	Ceará	Pará	Ceará	Pará	Ceará
3°	São Paulo	Santa Catarina	Bahia	Rio Grande do Norte	Rio Grande do Norte
4°	Santa Catarina	Rio Grande do Norte	Santa Catarina	Bahia	Bahia
5°	Rio Grande do Norte	Bahia	Rio Grande do Norte	Pernambuco	Santa Catarina
6°	Rio Grande do Sul	São Paulo	Pernambuco	Santa Catarina	Pernambuco
7°	Bahia	Rio Grande do Sul	São Paulo	São Paulo	São Paulo
8°	Espírito Santo	Rio de Janeiro	Rio Grande do Sul	Espírito Santo	Paraná
9°	Pernambuco	Pernambuco	Mato Grosso do Sul	Rio Grande do Sul	Rio Grande do Sul
10°	Mato Grosso do Sul	Espírito Santo	Espírito Santo	Mato Grosso do Sul	Espírito Santo
11°	Piauí	Mato Grosso do Sul	Amazonas	Paraná	Mato Grosso do Sul
12°	Amazonas	Piauí	Piauí	Amazonas	Rondônia
13°	Rio de Janeiro	Amazonas	Rio de Janeiro	Paraíba	Rio de Janeiro
14°	Paraíba	Rondônia	Rondônia	Piauí	Amazonas
15°	Acre	Paraíba	Paraná	Rondônia	Paraíba
16°	Rondônia	Paraná	Paraíba	Rio de Janeiro	Piauí
17°	Goiás	Maranhão	Maranhão	Maranhão	Maranhão
18°	Minas Gerais	Alagoas	Alagoas	Goiás	Goiás
19°	Paraná	Minas Gerais	Acre	Alagoas	Alagoas
20°	Maranhão	Goiás	Roraima	Minas Gerais	Roraima
21°	Alagoas	Distrito Federal	Amapá	Roraima	Amapá
22°		Roraima	Goiás	Amapá	
23°		Amapá		Sergipe	

Fonte: ComexStat, 2023

No período entre 2018 e 2022, o MS ficou em posições medianas, oscilando entre o 9º colocado e o 10º. De todo modo, podemos observar uma janela de oportunidade para evolução neste *ranking*, considerando o potencial produtivo do estado. Os estados do Pará e Ceará aparecem como grandes destaques, alternando o primeiro e segundo lugar ao longo do período. É importante observar as estratégias produtivas desses dois estados para perceber as melhores práticas e adaptar à realidade local. Como dito anteriormente, dentro do contexto da aquicultura, a piscicultura emerge como principal setor e, dentro da piscicultura, a tilápia é uma das grandes produções, por isso, é importante a análise dos preços. Na figura 67 é apresentada essa evolução de preços.

Figura 67 - Preços da tilápia em importantes regiões produtoras do Brasil



Fonte: CEPEA (2023)

Por meio da análise de importantes regiões produtoras de tilápia no Brasil, a figura 70 revela que os preços do quilo da tilápia no período de 2021 até 2023 oscilaram ao redor de 7 reais para ao redor de 9 reais.

Em pesquisa realizada pelo Programa Peixe Sempre da UEMS, em cinco supermercados da capital do estado, Campo Grande-MS, foi observado uma ampla variedade de pescado, em especial, de peixes, comercializada ao longo do ano de 2023, com destaque para o aumento expressivo nas vendas em períodos próximos à Semana Santa, quando o consumo de peixes e frutos do mar, tradicionalmente, cresce. Foram comercializados 11.282,20 kg de tilápia, com o pico de vendas (1.058 kg) em abril, e, ao

longo do ano, os preços praticados variam de R\$ 20,70 para embalagens de 400 g de filé até R\$89,90 para embalagens de 2kg de filé de tilápia. No interior, na cidade de Aquidauana-MS, a pesquisa de preços feita em seis supermercados, mostrou a mesma tendência de maior volume de vendas de pescado na época da Semana Santa e, em 2023, o preço da tilápia em embalagens de 400 g de filé, foi comercializado por até R\$20,19 e, em embalagens de 2kg de filé, chegaram a ser comercializadas por R\$92,50.

A relação de troca no quarto trimestre de 2022 foi de 13,24 kg de tilápia para 25 kg de ração, o que representou queda de 2,45% em relação aos 13,58 kg de tilápia necessários para comprar um saco de 25 kg de ração no 3º trimestre (Tabela 6).

Tabela 6 - Relação de troca entre peixe e a ração no Brasil

2022	Relação de troca Peixe x Ração
1º tri	12,81
2º tri	13,32
3º tri	13,58
4º tri	13,24

Fonte: Famasul (2023)

5.1 Análise mundial

Na tabela 7, encontramos o *ranking* dos maiores produtores mundiais de algas aquáticas (por mil toneladas, peso vivo) e na tabela 8, os maiores produtores de moluscos no mundo.

Tabela 7 - Ranking dos principais produtores mundiais de algas aquáticas (por mil toneladas peso vivo)

China	18 505,7
Indonésia	9 320,3
Coreia do Sul	1 710,5
Filipinas	1 478,3
Coreia do Norte	553,0
Japão	389,8
Malásia	174,1
Tanzânia	103,
China	69,6
Chile	20,7

Fonte: FAO (2020)

Tabela 8 - Principais produtores de aquicultura com porcentagem relativamente elevada de “bivalves” na produção aquática total

China	47 559,1
Chile	1 266,1
Japão	642,9
Coreia do Sul	568,4
Estados Unidos da América	468,2
Espanha	347,8
Taiwan	283,2
Canadá	191,3
França	185,2
Itália	143,3
Nova Zelândia	104,5

Fonte: FAO (2020)

Em relação aos aspectos socioeconômicos, a aquicultura é uma atividade econômica em expansão que contribui para a economia, para a geração de empregos, para a sustentabilidade e para o desenvolvimento econômico. Entretanto, é necessário investir em tecnologias e políticas públicas que possam promover o desenvolvimento sustentável contínuo da aquicultura, melhorando sua rentabilidade, aumentando a eficiência produtiva de alimentos de origem aquática e práticas sustentáveis ambientalmente.

No estado de Mato Grosso do Sul, grande parte dos empreendimentos aquícolas faz uso de pouca ou nenhuma tecnologia e tem na gestão, baixo nível de planejamento. Atividades com gestão ineficiente levam à baixa produtividade e aumentam os custos de produção.

6 Bases legais da aquicultura no estado de Mato Grosso do Sul

No conjunto da legislação brasileira, verifica-se larga utilização de atos administrativos normativos regulamentadores, tais como decretos, portarias, resoluções e deliberações, para a organização da atividade aquícola brasileira, sendo a piscicultura diretamente afetada por leis de solo, de água, de meio ambiente, de conservação de recursos naturais, de caça e pesca, de sanidade animal, leis de saúde pública, sanitárias, exportação e importação, leis tributárias, entre outras.

A preocupação com essa atividade é grande, pois quando não desempenhada sob as medidas de segurança pode ocasionar poluição e acúmulo de resíduos químicos prejudiciais aos organismos aquáticos e também para os seres humanos. Ao longo da evolução dessa atividade, várias leis e normas sustentaram a produção conforme as tecnologias implantadas em cada época, com intuito de garantir um produto final com qualidade e com menor degradação do ambiente, sempre com o enfoque na sustentabilidade. No estado de Mato Grosso do Sul, as leis estaduais regulamentam as alterações no meio ambiente, estabelecendo normas de proteção ambiental e outras providências.

O crescimento sustentável da produção de pescado constitui um desafio cuja importância se evidencia em face do contínuo aumento da demanda, tanto nacional quanto em âmbito global. Nesse sentido, a legislação pesqueira/aquícola assume um papel fundamental, ao definir políticas de incentivo a essas atividades; políticas de alcance social, em apoio ao pescador e ao aquicultor; e medidas de ordenamento, fiscalização e controle.

A informalidade e o não profissionalismo observados no setor da piscicultura, ainda vêm desafiando o crescimento ordenado dessa cadeia produtiva. Regulamentações ambientais como outorga de uso de água, licença ambiental, licença de aquicultor, Registro Geral da Atividade Pesqueira (RGP), Cadastro Técnico Federal (CTF), registro de profissional no conselho correspondente para assinar as questões técnicas, e mais alguns outros documentos, são necessários para a implantação e funcionamento regular da piscicultura.

A Lei Estadual 2.406/2002 estabelece, em seu artigo 6º, a outorga de direito de uso dos recursos hídricos como um dos seus instrumentos para disciplinar o uso desse recurso. São sujeitos à outorga os seguintes usos e interferências em recursos hídricos, conforme disposto no artigo 5º do Decreto Estadual 13.990/2014: Derivação ou captação de água para abastecimento público, ou insumo de processo produtivo; Extração de água de aquífero para abastecimento público, ou insumo de processo produtivo; Lançamento de efluentes líquidos ou gasosos com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final; Aproveitamento de potenciais hidrelétricos ou outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

Novas diretrizes foram divulgadas por meio da Portaria nº 209/2024 do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), que estabelece o procedimento de atualização cadastral para a concessão de licença na categoria de Aquicultor(a) no âmbito do Registro Geral da Atividade Pesqueira (RGP). O procedimento é obrigatório e se aplica a todos os aquicultores que possuem o Certificado de Registro de Aquicultor(a) emitido anteriormente à vigência da Portaria n 174/2023. A rastreabilidade da origem do pescado e da sua produção é exigida na Guia de Trânsito Animal (GTA).

O IBAMA poderá delegar poderes aos órgãos estaduais de meio ambiente para a realização do licenciamento ambiental das atividades de aquicultura. Tanto o IBAMA quanto os Órgãos Estaduais de Meio Ambiente (OEMAs) atuam na fiscalização e na concessão de licença ambiental antes da instalação de qualquer empreendimento ou atividade que possa vir a poluí-lo ou degradá-lo. O IBAMA atua, principalmente, no licenciamento de grandes projetos de infraestrutura que envolvem impacto ambiental em mais de um estado. Os estados cuidam dos licenciamentos de menor porte. Para que a atividade possa ser regularizada, é necessário a licença ambiental que se divide em três categorias específicas: licença prévia (LP); licença de instalação (LI) e licença de operação (LO).

A licença ambiental para a piscicultura faz parte de uma obrigatoriedade legal, além de ser requisito para obtenção de financiamentos e certificação de produtos, tanto para o mercado interno, quanto para o externo. A não regularização causa advertências, multas, paralisação temporária ou definitiva da atividade, incluindo as penalidades previstas na Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605/98), com pena de detenção, de um a

seis meses, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente. Visando a desburocratização do licenciamento ambiental da aquicultura, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio das Resoluções 413/2009 e 459/2013, permite a emissão de licença ambiental única, por meio de procedimento simplificado para os parques aquícolas de reservatórios hidrelétricos e para os empreendimentos de piscicultura de pequeno porte que apresentem baixo potencial de severidade da espécie, ficando a critério do órgão ambiental licenciador.

Ao Órgão Estadual de Meio Ambiente (OEMA) compete o procedimento necessário para a completa regularização dos empreendimentos, bem como o licenciamento ambiental e autorização para Intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APP). A Resolução SEMADE n 9, de 13 de maio de 2015, tornou isentas de licença ambiental, as áreas de até dois hectares de lâmina d'água para o cultivo de peixes (sem espécies exóticas ou híbridas), além de considerar como de pequeno impacto ambiental, as atividades de pisciculturas, em áreas entre dois e cinco hectares de lâmina d'água, adotando o licenciamento ambiental simplificado, por meio do Comunicado de Atividade (CA).

A lei 11.959 de 2009 disciplina sobre a fiscalização nos seguintes artigos: Art. 31. A fiscalização da atividade pesqueira abrangerá as fases de pesca, cultivo, desembarque, conservação, transporte, processamento, armazenamento e comercialização dos recursos pesqueiros, bem como o monitoramento ambiental dos ecossistemas aquáticos. Parágrafo único. A fiscalização prevista no caput deste artigo é de competência do poder público federal, observadas as competências estadual, distrital e municipal pertinentes. Art. 33. As condutas e atividades lesivas aos recursos pesqueiros e ao meio ambiente serão punidas na forma da lei no 9.605 e de seu regulamento.

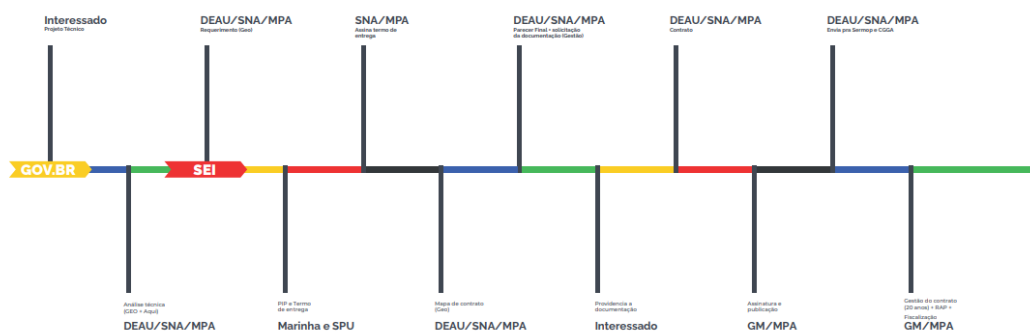
A partir da Resolução CONAMA n° 413 de 2009, os empreendimentos de aquicultura passam a ter que apresentar um projeto de tratamento de efluentes, o que se torna um dos grandes gargalos da piscicultura intensiva em viveiros escavados. O maior problema é que muitas propriedades com pisciculturas antigas não possuem área suficiente para a instalação de tanques para tratamento de efluentes.

As águas da União são aquelas que banham mais de um estado da Federação e fazem fronteira entre os estados nacionais e com outros países. Também faz parte da água

da União, as acumuladas em represas construídas com aporte de recursos da União e o mar territorial brasileiro. O marco legal da exploração de águas públicas pertencentes à União para a prática de aquicultura, ocorreu por meio do Decreto nº 1.695, de 13 de novembro de 1995. A Lei nº 11.958 de 2009 alterou a Lei nº 10.683, de 2003, para, entre outras providências, instituir o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), que era responsável pela implantação de política nacional pesqueira e aquícola, transformando esta atividade econômica em uma fonte sustentável de trabalho, renda e riqueza. Sua função era assessorar direta e imediatamente o Presidente da República na formulação de políticas e diretrizes para o desenvolvimento e o fomento da produção pesqueira e aquícola. A criação do MPA foi um marco para a aquicultura nacional, uma vez que deu visibilidade e iniciou o ordenamento da produção de peixes em tanque-rede, no país. Entretanto, em 2015, foi extinto e incorporado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) na reforma ministerial de outubro de 2015.

O Decreto nº 10.576, de 14 de dezembro de 2020, regulamenta a cessão de águas da União para fins de aquicultura, estabelece segurança jurídica para o desenvolvimento da atividade e dá celeridade ao processo de regularização da cessão de uso de águas de domínio da União para fins de aquicultura. No ano de 2023, o Ministério da Pesca e Aquicultura foi criado novamente, por meio do Departamento de Aquicultura em Águas da União (DEAU) da Secretaria Nacional de Aquicultura (SNA), é o órgão competente para ordenar a aquicultura em águas de domínio da União, efetivar as cessões de uso, operacionalizar o Sistema Nacional de Autorização de Uso de Águas da União (SINAU), fiscalizar as cessões de uso de espaços físicos em águas de domínio da União para fins de aquicultura, dentre outras competências, conforme art. 14 do Decreto nº 11.624, de 1º de agosto de 2023. Atualmente, os pedidos de cessão devem seguir ao fluxo do processo de regularização para a cessão de uso, conforme esquema abaixo (Figura 68).

Figura 68 - Fluxo do processo de regularização para a cessão de uso em aquicultura em águas da União no DEAU/SNA/MAPA



Fonte: Boletim de Aquicultura em Águas da União (2024).

A ferramenta de gestão utilizada para acompanhamento do cumprimento da outorga e subsídio para as fiscalizações *in loco* pelo MPA, é o Relatório Anual de Produção da Aquicultura em Águas da União – RAP. Sua obrigatoriedade está prevista na Portaria SAP/ MAPA n° 412/2021, a qual prevê que todo cessionário de área em águas da União deverá apresentar o RAP.

Os processos de licenciamento ambiental da aquicultura em águas estaduais (viveiros escavados, barragens, Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs e reservatórios estaduais), não precisam seguir a INI 06 - 2004, pois não estão alocados em águas da União (federais). Nesses casos, o interessado deverá procurar o Órgão de Meio Ambiente Estadual, consultar a legislação específica, protocolar o processo e atender às condicionantes.

No Estado de Mato Grosso do Sul existem muitas áreas que são de preservação permanente, além disso por possuir uma fauna e flora únicas, nem todas as espécies de peixes são autorizadas a serem cultivadas nessas áreas, por isso, houve a necessidade da criação das diretrizes que regulamentam essa questão. No Art. 19 Lei 3.886 de 2010, a introdução de qualquer espécie alóctone (não nativa da bacia) em águas dominiais do estado, somente poderá ocorrer após autorização prévia do órgão estadual competente. § 1º Nos limites da Bacia do Alto Rio Paraguai somente será permitida a introdução, a criação e o cultivo de espécies autóctones da referida bacia. § 2º Bacia do Alto Rio Paraguai é toda a área de sua drenagem situada a montante da foz do Rio.

É de suma importância a regulamentação e o cumprimento destas leis e decretos para o aumento da competitividade e manutenção da piscicultura, no entanto, existem outros fatores institucionais que influenciam nesta competitividade, como as políticas macroeconômicas, decisivas para alavancar o crescimento da atividade da piscicultura, e para que se possa entender tal contexto, faz-se necessário estudar as linhas de crédito aplicáveis em piscicultura.

7 Fontes de financiamento do setor aquícola, programas e projetos de fomento à aquicultura

No ano de 2022, a captação de crédito para a piscicultura ficou acima de R\$ 825,7 milhões, 26,3% a mais do volume captado em 2021, sendo a maior parte desses recursos (93,8%) destinada a custeio e, cerca de 6,1% do total voltado para investimento, segundo dados oficiais do Banco Central.

A região brasileira que mais buscou recursos financeiros foi o Sul, que captou R\$ 365 milhões, o que significa 44,2% de toda a verba destinada ao setor, porém, o estado de Mato Grosso do Sul não aparece no *ranking* dos cinco primeiros estados que mais captaram crédito (PEIXE BR 2023). Entretanto, no estado do Mato Grosso do Sul, diversos órgãos e instituições oferecem crédito rural para o setor de piscicultura, sendo que esta atividade tem se mostrado um setor em crescimento, com diversas oportunidades de financiamento. Com efeito, algumas das principais fontes de financiamento e instituições são:

- FCO (Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste): O FCO é uma das principais fontes de crédito para o setor de piscicultura no MS. Visa apoiar o desenvolvimento econômico e social da região Centro-Oeste, oferecendo linhas de crédito com juros reduzidos e prazos mais longos. As operações do FCO são executadas principalmente pelo Banco do Brasil e por bancos cooperativos, como o Sicredi.

- FDCO (Fundo de Desenvolvimento do Centro-Oeste): O FDCO complementa o FCO, com foco em financiar grandes projetos estruturantes e estratégicos para o desenvolvimento regional. No setor da piscicultura, projetos de grande escala que visam agregar valor, como frigoríficos e processamento de pescado, podem ser financiados.

Outras fontes de financiamento que abrangem todo o país são:

- PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar): O PRONAF oferece linhas de crédito para a agricultura familiar e suas cooperativas e associações, que também podem ser aplicadas à piscicultura familiar. Os pequenos produtores podem acessar créditos com condições facilitadas, como taxas de juros mais baixas e prazos de carência adequados. Entre as maiores

vantagens desta linha, estão a possibilidade de se financiar 100% do investimento e taxas similares às do FCO.

- PRONAMP (Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural): é uma linha de crédito voltada para apoiar médios produtores rurais e, recentemente, sua aplicação também se expandiu para setores como a piscicultura. Esse programa oferece condições diferenciadas de financiamento, tanto para custeio quanto para investimento, com taxas de juros mais acessíveis e prazos adequados às atividades rurais. As principais instituições que operam o PRONAMP incluem o Banco do Brasil, Caixa Econômica Federal, cooperativas de crédito como o Sicredi e Sicoob, além de bancos privados que tenham programas de financiamento rural.
- BNDES: O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) desempenha um papel importante no financiamento de projetos de grande escala, incluindo investimentos em infraestrutura e tecnologia para a piscicultura. Oferece linhas de crédito para projetos de piscicultura, especialmente para aquisição de máquinas, equipamentos e capital de giro, podendo ser uma boa fonte de financiamento de infraestrutura de médio e grande porte.
- Caixa Econômica Federal também é uma instituição que participa do financiamento agrícola e oferece linhas de crédito e programas específicos para produtores rurais.
- Algumas cooperativas de crédito, como Sicredi e Cresol, também podem oferecer linhas de crédito e serviços financeiros específicos para a piscicultura.

Além dessas instituições e programas, no estado de Mato Grosso do Sul, existem órgãos que oferecem assistência técnica e extensão rural, levando informações para os produtores sobre programas de financiamento disponíveis para a piscicultura, como a Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural (AGRAER), um órgão estadual em Mato Grosso do Sul que oferece assistência técnica e extensão rural; e a Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento, Ciência, Tecnologia e Inovação (SEMADESC), órgão estadual que pode fornecer informações sobre políticas, programas e apoio financeiro para o setor agropecuário em Mato Grosso do Sul, incluindo a piscicultura.

O acesso às linhas de créditos geralmente requer projetos bem estruturados e com garantias, o que pode ser, de certo modo, uma barreira para pequenos piscicultores (BNDES, 2012). Além disso, existem uma grande parcela de pequenos e médios produtores que enfrentam dificuldade no cumprimento de requisitos burocráticos para atenderem a exigência de obtenção das linhas, o que se torna um gargalo para o setor (Guimarães et al., 2024). A insuficiência de assistência técnica também representa um desafio para os produtores conseguirem se adequar aos requisitos dos financiadores, pois eles muitas vezes auxiliam na elaboração de projetos viáveis e sustentáveis.

Nesse contexto, como é notório a demanda da produção sustentável e com a expansão da piscicultura no estado de Mato Grosso do Sul (Guimarães et al., 2024), esse fato se torna uma oportunidade de desenvolver novas linhas de créditos na piscicultura, focadas em sustentabilidade ambiental e eficiência energética, aproveitando as tendências globais de produção sustentável. Até mesmo linhas voltadas para o fortalecimento da piscicultura em sistemas de recirculação de água e sistemas de aquaponia, como também de outras tecnologias como bioflocos, que têm menor impacto ambiental e são mais eficientes no uso e reaproveitam a água.

Um caminho promissor para o fomento da atividade seria a promoção da integração dos pequenos produtores com frigoríficos e processadores, para que possam acessar financiamentos por meio de consórcios ou cooperativas. Esse modelo já tem sido executado com êxito em outros setores da produção animal.

Existe um movimento de discussão para que o Manual de Crédito Rural (MCR, 2021) seja revisado, de forma a incluir uma linha de crédito específica para a piscicultura, com condições diferenciadas de acordo com o tamanho do produtor, o nível tecnológico empregado e o tipo de sistema de produção (intensivo ou extensivo), para que o setor tenha um tratamento mais adequado às suas especificidades, além de uma maior integração entre pequenos produtores e grandes projetos apoiados pelo FDCO.

Associações de piscicultores, como a Peixe BR (Associação Brasileira da Piscicultura), estão entre as entidades que têm pressionado o Governo Federal e o sistema bancário para ampliar as opções de financiamento e incluir condições mais justas e específicas para o setor no MCR. Além disso, essas discussões estão sendo articuladas no contexto de políticas públicas mais amplas, como o Plano Safra e o Plano Nacional de

Desenvolvimento da Aquicultura, que visam fomentar a piscicultura como parte do agronegócio brasileiro.

O grande destaque deve ser dado ao Programa de Avanços na Pecuária de Mato Grosso do Sul (PROAPE), de iniciativa do Governo do Estado de Mato Grosso do Sul, conforme decreto n11.176 de 11/04/2023. Coordenado pela SEMADESC, o PROAPE visa à expansão e o fortalecimento da bovinocultura, da suinocultura, da avicultura, da ovinocaprino cultura e da piscicultura. É um programa guarda-chuva, constituído de subprogramas específicos, com finalidade de promover o desenvolvimento da pecuária sul-mato-grossense, com produtos de qualidade, resultantes de cadeias produtivas competitivas, socialmente justas, ambientalmente corretas e economicamente viáveis.

No setor da piscicultura, o PROAPE tem o Subprograma Peixe Vida, com o objetivo de estimular os produtores do estado a explorar de forma sustentável a atividade de produção de peixes. Esse subprograma fomenta o cadastramento de piscicultores com foco no benefício de incentivo fiscal, como alternativas de diversificação da produção nas propriedades rurais. O incentivo para alevinocultores é a isenção de ICMS para operações internas e redução de 60% da alíquota de ICMS para operações interestaduais; para os produtores de peixe em terminação, o incentivo financeiro corresponde a 50% da alíquota do ICMS (3,5%) nas operações internas e crédito outorgado no valor correspondente de 50% de alíquota do ICMS (60%) nas operações interestaduais. Todos os produtores de peixe de Mato Grosso do Sul podem participar do Subprograma Peixe Vida desde que atendam às exigências do Programa.

As ações de fomento à aquicultura podem variar ao longo do tempo e estar sujeitas a mudanças nas políticas governamentais. Parcerias com instituições de pesquisa, parcerias entre o setor público, universidades e instituições de pesquisa também podem resultar em projetos de inovação, desenvolvimento de tecnologias e aprimoramento de práticas na aquicultura.

Recentemente, no início do mês de novembro/2024, o Governo do Estado de Mato Grosso do Sul, autorizou a celebração de acordo de Cooperação Técnico-Científica entre o estado de Mato Grosso do Sul, por intermédio da Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento, Ciência, Tecnologia e Inovação (SEMADESC) e a



Fundação Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), visando o apoio ao projeto de pesquisa intitulado “Programa de Melhoramento Genético do Pacu”.

8 Instituições voltadas à assistência técnica

No estado do Mato Grosso do Sul, a Secretaria de Estado, de Meio Ambiente, Desenvolvimento, Ciência, Tecnologia e Inovação (SEMADESC) coordena ações e programas relacionados à assistência técnica para a agricultura e aquicultura no estado e, as instituições que são voltadas à assistência técnica na piscicultura e/ou fomentam ações de cunho extensionista são, principalmente, a Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural/AGRAER, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural/SENAR-MS, e o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas/SEBRAE-MS. Essas instituições vêm auxiliando na formação de parcerias com os órgãos de assistência técnica e prefeituras, em prol do fomento da atividade no estado. Além desses, as instituições de ensino públicas e privadas também contribuem com pesquisas e atividades extensionistas voltadas ao ramo piscícola.

A AGRAER é o órgão estadual oficial de extensão na área agrícola, incluindo a aquicultura. Com sede na capital do estado e escritório em vários municípios do MS, a AGRAER mantém um número variável de extensionistas atuando em diferentes áreas, porém, sempre designa um coordenador de área técnica para a piscicultura. Realiza cursos de capacitação na área da piscicultura, realiza o acompanhamento da cadeia produtiva do peixe, dando assistência técnica aos produtores. Atende, principalmente, agricultores familiares e pequenos produtores.

O Serviço Nacional de Aprendizagem - Senar/MS, por meio da Assistência Técnica e Gerencial/ATG em piscicultura, faz uma grande diferença em propriedades rurais, ofertando cursos para profissionalizar os produtores de peixes, oferece assistência técnica e cursos para toda comunidade, fomentando a atividade no estado, inclusive tem ofertado cursos como Criador de Peixe em Tanque Rede e Criador de Peixe em Tanque Escavado em municípios como Anaurilândia e Porto Murtinho, atendendo demanda do MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. Por intermédio do Pronatec – Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego, os municípios de Campo Grande, Glória de Dourados, Bandeirantes e Iguatemi também são atendidos. A expectativa é atender aproximadamente 150 produtores rurais, incentivando a atividade na agricultura

familiar. O Senar também conta com equipe à frente da piscicultura sob uma coordenação geral.

O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE em parceria com prefeituras, associações ou cooperativas dos municípios está desenvolvendo um projeto que atua na organização e fortalecimento da governança e liderança local, no apoio ao processo de licenciamento ambiental, na estruturação da assistência técnica dos pequenos produtores e na ampliação de mercado e canais de comercialização. As ações se dão por meio de consultorias e capacitações em práticas sustentáveis no manejo de cultivo de peixes. O objetivo é promover o desenvolvimento sustentável do setor da piscicultura no estado de Mato Grosso do Sul com foco na expansão da produção e comercialização de pescado.

Segue ainda, um panorama das instituições de ensino e pesquisa que também, atuam direta ou indiretamente, em ações extensionistas.

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) contém cursos de graduação em Zootecnia, Medicina Veterinária e Pós-graduação em Ciência Animal, nível de mestrado e doutorado. O corpo docente que atua diretamente na área de piscicultura é constituído por quatro docentes pesquisadores cujas linhas de pesquisa são piscicultura, genética e melhoramento de peixes, estatística aplicada à experimentação animal; sistemas de produção de peixes, curva de crescimento, reprodução de peixes, conservação genética e genética molecular; patologia celular, fisiopatologia, histopatologia em organismos aquáticos e técnicas histomorfométricas.

A Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) possui graduação em Zootecnia e Engenharia de Aquicultura, com cerca de oito profissionais doutores com atuação voltada para aquicultura, principalmente, com peixes localmente adaptados ao bioma cerrado e pantanal com enfoque em integração pesquisa, ensino e extensão; nutrição de peixes, digestibilidade de alimentos e nutrientes e manejo de peixes, biologia reprodutiva; manejo pré-abate de peixes e sua influência sobre o bem-estar e a qualidade da carne; desenvolvimento de produtos e aproveitamento de resíduos do pescado; sanidade, morfologia e histologia de peixes; aquicultura sustentável.

O Centro de Desenvolvimento Rural (CDR) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) é uma organização de grande relevância para o fortalecimento da

agricultura familiar e o desenvolvimento sustentável na região, com atuação voltada para a promoção de pesquisas, extensão e formação de profissionais qualificados, com o objetivo de fomentar o desenvolvimento rural integrado. Dentro deste escopo, o eixo Aquicultura se destaca como uma das áreas mais estratégicas, principalmente no que se refere ao apoio às comunidades rurais, como o Assentamento Itamarati, que é uma das maiores áreas de reforma agrária do Brasil. O eixo Aquicultura realiza diversas ações voltadas ao fortalecimento da produção de peixes no assentamento, proporcionando aos agricultores familiares novas oportunidades de geração de renda e diversificação da produção. Entre as principais ações desenvolvidas pelo Eixo Piscicultura no Assentamento Itamarati estão a capacitação técnica, assistência técnica e extensão rural; fomento à comercialização e pesquisa e inovação.

O Centro de Desenvolvimento Rural da UFGD desempenha um papel fundamental na promoção do desenvolvimento rural no Assentamento Itamarati. Por meio da capacitação, assistência técnica, pesquisa e apoio à comercialização, o CDR contribui para transformar a piscicultura em uma importante fonte de renda e desenvolvimento econômico para os assentados, ao mesmo tempo em que fortalece a produção sustentável de alimentos na região.

O Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), com campus em diversas cidades do estado, pode desempenhar um papel importante na oferta de cursos técnicos e na realização de projetos de extensão relacionados à agricultura. Em Nova Andradina é oferecido o curso Técnico em Agropecuária que possui a disciplina de Piscicultura e, em Coxim é oferecido o Curso de Engenharia de Pesca. O corpo docente é constituído por cinco profissionais atuando, especificamente, nas linhas de pesquisa: aquicultura/piscicultura.

A Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) tem os cursos de Agronomia nas cidades de Aquidauana, Maracaju, Cassilândia e Mundo Novo, os quais têm a disciplina de piscicultura na sua grade curricular, e em Aquidauana possui o curso de graduação em Zootecnia, com as disciplinas de Piscicultura, Carcinicultura de água doce, Nutrição de Peixes, Produção de Organismos Aquáticos para Uso Ornamental, Tópicos Especiais em Piscicultura e Vivência Prática em Piscicultura. O corpo docente é constituído por seis docentes pesquisadores que atuam em genética e biologia molecular,

piscicultura, produção e saúde de peixes, reprodução e larvicultura de peixes; nutrição e alimentação de organismos aquáticos.

A UEMS/Aquidauana conta com o programa de extensão universitária denominado Programa Peixe Sempre, o qual foi criado com o objetivo de fomentar a atividade de produção de peixe nos municípios de Aquidauana e Anastácio-MS, e, atualmente, já está inserido em diversos municípios do estado de Mato Grosso do Sul, em especial àqueles da Rota Bioceânica. O Programa, baseado na sustentabilidade ambiental, econômica e social, tem como principais atores sociais, a comunidade ribeirinha, pescadores artesanais e profissionais, assentados e pequenos produtores rurais. Suas principais ações são no eixo da educação, como implantar unidades demonstrativas de produção de peixes nativos da bacia do Paraguai e realizar cursos de capacitação de pequenos produtores e profissionais técnicos atuantes na área da piscicultura; no eixo extensão, realizar visitas técnicas em propriedades com piscicultura ou com interesse na produção de peixe, bem como dar assistência técnica com recomendações de boas práticas de manejo na piscicultura.

Na esfera privada, a Universidade Católica Dom Bosco (UCDB) oferta o curso de Zootecnia, com uma disciplina voltada para a área de aquicultura. A tabela 9 compila informações acerca da carga horária total que as Instituições de Ensino Superior, no estado de Mato Grosso do Sul, oferecem para área, nos respectivos cursos.

Em nível estadual, existem empresas públicas e organizações privadas que oferecem serviços de assistência técnica para o setor agrícola e de aquicultura. Algumas cooperativas agropecuárias podem oferecer assistência técnica aos seus membros, incluindo aqueles envolvidos na produção de peixes.

A Embrapa Pantanal e a Embrapa Agropecuária Oeste, juntas, contam com quatro pesquisadores na área da aquicultura, os quais podem desenvolver pesquisas e projetos de assistência técnica para a produção agropecuária local.

Tabela 9 - Carga horária total das instituições de ensino superior com cursos e/ou disciplinas na área de Aquicultura no Estado de Mato Grosso do Sul

Instituição de Ensino Superior	Município	Curso	Carga horária total formação específica
UEMS	Aquidauana	Agronomia	51
UEMS	Aquidauana	Zootecnia	238
UEMS	Aquidauana	PG Zootecnia	240
UEMS	Maracaju	Agronomia	51
UFMS	Campo Grande	Zootecnia	255
UFMS	Campo Grande	Medicina Veterinária	51
UFMS	Campo Grande	PG Ciência Animal	225
UFGD	Dourados	PG Zootecnia	120
UFGD	Dourados	Engenharia de Aquicultura	2178
UFGD	Dourados	Zootecnia	72
UCDB	Campo Grande	Zootecnia	40
IFMS	Coxim	Engenharia de Pesca	450
			3971

Elaboração: Autores (2024)

9 Produção, tratamento e uso dos resíduos da aquicultura (Rota da Economia Circular): impactos e oportunidades de negócios para resíduos da produção aquícola

A aquicultura gera uma variedade de resíduos, como restos de ração, excrementos de peixes e carcaças. Tradicionalmente, esses resíduos podem causar poluição quando descartados incorretamente. Entretanto, sua reutilização reduz o impacto ambiental, ao mesmo tempo que cria novas cadeias produtivas. O reaproveitamento de resíduos diminui a demanda por recursos naturais e energias não renováveis, favorecendo práticas mais sustentáveis. Além disso, as empresas podem transformar o que antes era um custo em novas fontes de receita, promovendo inovações em vários setores (Vieira Filho et al., 2024).

A economia circular que preconiza o aproveitamento máximo do valor associado a um material ou recurso, de forma a expandir sua vida útil, reduzindo riscos e restaurando e regenerando ecossistemas (Borschiver; Tavares, 2022), é um conceito centralizado que facilmente pode ser aplicado nessa conjuntura, uma vez que, produção, tratamento e uso dos resíduos da aquicultura dentro da economia circular aplica a terminologia sustentável ambiental e também gera oportunidade de redução de custos, gerando economia na produção (Ahmed; Turchini, 2021; Irigaray; Stocker, 2022). Esta é uma área de crescente interesse e relevância, no Brasil, o potencial é vasto, considerando a expansão da aquicultura.

Com efeito, algumas estratégias já são uma realidade a nível nacional e internacional, que vem sendo aplicadas na produção aquática e que possuem características de aplicabilidade de economia circular, como por exemplo a utilização de dejetos de peixes para fertilização natural, ou a adoção de sistemas de recirculação de água, que permitem maior controle dos parâmetros de qualidade de água, resultando em condições mais estáveis para os organismos aquáticos (Ahmed; Turchini, 2021), ou até mesmo o uso de plantas aquáticas na produção ou também denominadas sistemas aquapônicos, que fazem a junção do sistema de recirculação de água fechado com a produção vegetal, fazendo com que a planta aproveite os produtos nitrogenados oriundos de dejetos aquícolas, lançando menor quantidade desses ao meio (Silva et al., 2024),

sendo uma das principais perspectivas futuras para alavancar ainda mais a lucratividade e a rentabilidade do cultivo de peixes em sistema RAS (Monsees et al., 2019).

Ademais, projetos que incentivam o uso de resíduos para a geração de energia e a produção de ração animal estão crescendo (Viegas; Oliveira, 2023), particularmente em estados com grande produção de pescado, como Santa Catarina e Pará. No entanto, o setor ainda enfrenta desafios, como a falta de infraestrutura e tecnologia para o tratamento eficiente dos resíduos. Países como Noruega, Chile e Canadá estão na vanguarda da economia circular aplicada à aquicultura (Silva et al., 2023). Esses países investem em pesquisa para desenvolver tecnologias que transformam resíduos em bioprodutos valiosos. Na Noruega, por exemplo, o processamento de resíduos de peixes para produção de óleo e farinha é uma prática consolidada.

A adoção da economia circular na aquicultura não apenas mitiga os impactos ambientais, como também abre oportunidades para novos negócios e inovação tecnológica. Com o desenvolvimento de políticas públicas, parcerias entre setor privado e acadêmico, e a adaptação de tecnologias internacionais ao contexto nacional, há um enorme potencial para alavancar o setor (Diaz et al., 2022).

Essa abordagem também é promissora para atrair investimentos focados em soluções verdes e sustentáveis. As empresas que liderarem essas inovações podem se posicionar como pioneiras em um mercado com grande demanda por soluções circulares (Vieira Filho et al., 2024). Os impactos e as oportunidades de negócios oriundas da produção aquícola, requer uma análise multidimensional, capaz de abranger diferentes formas de reutilização desses resíduos.

No quadro a seguir, são demonstradas diferentes utilizações dos resíduos aquícolas usualmente aplicados em pesquisas nos últimos anos (Quadro 3). Como pode-se observar, os resíduos da aquicultura podem ser processados e transformados em componentes para a fabricação de ração, tanto para o próprio setor aquícola quanto para outras indústrias de criação animal, os excrementos de peixes podem ser utilizados para a produção de biofertilizantes, pois são ricos em nutrientes, sendo assim, vêm contribuindo para a agricultura sustentável e orgânica.

No estado de Mato Grosso do Sul, resíduos provenientes das plantas frigoríficas e indústria de ração de peixe praticam, principalmente, a venda desses resíduos para produção de óleos.

Quadro 2 - Pesquisas com utilização de resíduos oriundos de produção aquícola no Brasil

Produto	Utilização	Referência
Silagem ácida de resíduo de dourada <i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> , piramutaba <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> e pescada amarela <i>Cynoscion acoupa</i> , provenientes do beneficiamento da indústria da pesca	Elaboração de ração animal	Ribeiro (2019).
Resíduos de peixe (nadadeiras, cabeça, vísceras e escamas)	Formulação de silagens: ácido, biológicas e enzimáticas para ração animal	Nascimento et al. (2014).
Sedimento aquícola e da microalga <i>Messastrum gracile</i>	Substrato e biofertilizante na produção de hortaliças	Fenerich (2024).
Excrementos e restos de ração da tilapicultura, que formam a chamada água de fundo de tanque que possui alta carga orgânica	Produção de biogás a partir da codigestão anaeróbica de resíduos da tilapicultura	Pereira et al. (2023).
Efluentes de um sistema de criação de pirarucus (<i>Arapaima gigas</i>)	Irrigação de culturas agrícolas em Porto Velho – RO.	Carvalho et al. (2014).
Resíduos de peixes oriundos de feiras livres	Compostagem	Nascimento et al. (2018).
Sistemas aquapônicos	Propriedades da agricultura familiar e áreas periurbanas	Borro Celestrino et al. (2018).
“RAS” integrado a biofiltros com diferentes volumes de LECA, substrato de fácil aquisição e alternativo aos importados	Criação de juvenis de tambaqui	Silva et al. (2024).

Elaboração: Autores (2024)

10 Perfil socioeconômico dos produtores

Na microrregião Grande Dourados, incluindo os municípios de Caarapó, Dourados, Deodápolis, Douradina, Fátima do Sul, Glória de Dourados, Itaporã, Jateí, Juti, Nova Alvorada, Rio Brillhante e Vicentina, pesquisa de Torres et al. (2017) realizada com 60 piscicultores diagnosticou o nível de eficiência desses produtores na execução das suas atividades. A grande maioria (83,3%) dos piscicultores é composta por homens, 55% têm mais de 50 anos de idade e 73,3% dos entrevistados são casados. Essa maioria absoluta só não é observada quanto ao grau de escolaridade já que apenas 18,3% têm ensino superior completo e 23% ensino médio completo, sendo que a maior porcentagem observada na pesquisa foi de 25% para o ensino fundamental incompleto.

Nessa região, 35% das propriedades possuem média de 10 hectares, 16,7% de 20 ha, 28,3% com propriedades entre 30 a 60 ha e 25% entre 70 a 100 ha. Das 60 propriedades pesquisadas, 50 pertencem aos produtores, apenas 10 são arrendadas e a maioria trabalha com apenas um funcionário, gerando um custo reduzido com folha de pagamento. Embora as propriedades tenham a piscicultura como principal atividade, existe grande diversidade de atividade, estando a agricultura presente em 40% delas, seguida da pecuária de corte (21,7%) e pecuária de leite (18,3%) (Torres et al., 2017).

A piscicultura na Grande Dourados, é praticada em 2 ha de lâmina d'água em 53% das propriedades e em 4 ha de lâmina d'água em 23,3%, com grande variação no número de tanques. Praticamente todas as pisciculturas compram ração e relatam a dificuldade nesse insumo, em função do preço elevado, sendo a ração o insumo que influencia diretamente no preço do pescado. A gestão na propriedade é feita de forma simples, sendo que 56% disseram não ter controle financeiro da atividade. Apenas uma propriedade produziu 600 toneladas de pescado no ano e duas propriedades produziram 500 t; o restante produz abaixo de 80 t. Apenas 25% dos produtores vende seu produto final para frigorífico, a maioria (66,7%) vende para consumidor final. Os dados revelaram que a maioria dos produtores é ineficiente na gestão do seu negócio, entretanto, como a maioria dos produtores reside na propriedade, esse é um ponto favorável para melhoria da eficiência, por meio da boa socialização entre os produtores e possibilidade de

organização em classes, grupos, para recebimento de assistência técnica, acesso à informação e capacitação.

Em pesquisa realizada por Tramarim (2017) na microrregião Cone Sul, especificamente, no município de Mundo Novo, 11% dos piscicultores entrevistados possuíam o ensino fundamental e exerciam a atividade havia menos de dez anos, enquanto que 72% possuíam o ensino médio e exerciam a atividade havia mais de dez anos. Apenas 17% possuíam nível superior completo, e esses piscicultores trabalhavam havia mais de 15 anos na atividade. Isso evidencia que o tempo de atividade, o maior grau de instrução e a qualificação profissional podem contribuir para a continuidade.

Além das pesquisas supracitadas, com as visitas *in loco* e levantamento de dados, fica claro que a piscicultura no estado de Mato Grosso do Sul é representada em sua maioria pelos pequenos produtores que produzem pouco peixe, tanto em volume quanto em quantidade numérica, por produtores de médio porte que não produzem em volume e em número que justifiquem suas áreas alagadas, mas também, tem empresas verticalizadas, que se destacam em algumas das microrregiões.

11 Organizações e lideranças setoriais

O ambiente organizacional da piscicultura no estado de Mato Grosso do Sul é constituído de entidades públicas e privadas, compondo os ambientes institucionais e organizacionais da cadeia, cujas ações impactam direta e indiretamente a dinâmica da piscicultura. Nesse cenário, o Governo do Estado, via Secretaria de Estado da Produção e do Turismo (SEPROTUR), criou pelo Decreto n 11.176/2003, a Câmara Setorial Consultiva da Piscicultura de Mato Grosso do Sul (CSPISC/MS). A Câmara Setorial, atualmente sob coordenação de uma liderança do setor produtivo, conta com a participação de representantes de diversos órgãos estaduais públicos, instituições de ensino, pesquisa e extensão, de pisciculturas e de cooperativas.

A piscicultura no MS é uma atividade econômica vital, impulsionando o desenvolvimento rural e contribuindo para a segurança alimentar e geração de emprego no estado. Existem lideranças locais que se destacam no fortalecimento da piscicultura, como associações regionais que trabalham em estreita colaboração com os piscicultores para resolver desafios específicos e promover a integração da atividade nas economias locais. Entretanto, dado o tamanho do estado de Mato Grosso do Sul, esse número de cooperativas e associações ainda é incipiente e não reflete a importância do setor. Garbin e Silva (2006) já relataram as dificuldades na manutenção das cooperativas e associações, agravadas pelo esvaziamento ou pela reduzida participação dos associados.

As cooperativas/associações identificadas são: a COOPISC - Cooperativa de Piscicultores de Mundo Novo, criada em 2007; a Cooperativa de pescadores de Jupuíá, criada em 2021, em Três Lagoas; uma Associação em Aparecida do Taboado; a Associação de Piscicultores em Costa Rica, criada em 2022; em Dourados, foi criada, a MSpeixe Cooperativa de Aquicultores do Mato Grosso do Sul com foco principal de atuação em atividades de apoio à aquicultura em água doce.

O SENAR/MS (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural de Mato Grosso do Sul) oferece uma série de programas de treinamento e assistência técnica para piscicultores, abordando desde técnicas de manejo e nutrição até gestão e comercialização. Seus cursos são fundamentais para a atualização contínua dos profissionais da área.

O Instituto de Desenvolvimento Rural de Mato Grosso do Sul (IDR-MS) atua na formulação e implementação de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento rural, incluindo a piscicultura. Ele promove projetos e iniciativas para melhorar a infraestrutura e a sustentabilidade das atividades pesqueiras no estado.

Além disso, especialistas das universidades e instituições de pesquisa do estado, como a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), A Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), o Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS) e a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) têm contribuído significativamente com estudos e inovações na área. Suas pesquisas em sanidade, genética, nutrição e manejo sustentável têm auxiliado na evolução da piscicultura no estado. Essas instituições, embora não sejam órgãos de extensão, também colaboram com a assistência técnica, à medida que estão em contato com produtores e realizam eventos com palestras, cursos e treinamentos.

Embora a piscicultura no estado seja constituída de pequenos produtores, líderes empresariais do setor privado também desempenham um papel importante, investindo em tecnologia, infraestrutura e redes de comercialização. Esses empreendedores ajudam a modernizar a piscicultura e a integrá-la com outras cadeias produtivas, como a indústria de alimentos e a exportação. Vale ressaltar a recente aquisição do Frigorífico Mar e Terra pela Bello Alimentos Ltda.

O estímulo à formação de cooperativas e associações no setor da aquicultura é uma estratégia comum para fortalecer a produção, melhorar a comercialização e proporcionar benefícios coletivos aos produtores. A integração das organizações e lideranças setoriais é fundamental para o desenvolvimento da piscicultura em Mato Grosso do Sul. A atuação conjunta de algumas associações, instituições de pesquisa, líderes empresariais e comunitários têm permitido avanços significativos na área. O compromisso com a inovação e a sustentabilidade continua a ser um fator chave para o futuro da piscicultura no estado, prometendo um crescimento sustentável e a consolidação da atividade como um pilar da economia regional.

12 Tecnologias empregadas e oportunidade de inovação tecnológica

Na aquicultura devem ser incluídas as ações ou estudos que envolvam os descartes de várias substâncias químicas nos corpos hídricos, entre eles os próprios fármacos aplicados como anestésicos, antimicrobianos e antiparasitários nos locais de criação e que além da toxicidade e bioacumulação também são residuais e permanecem presentes na cadeia alimentar até o produto final como alimento animal e humano. Um exemplo bem elucidativo refere-se à resistência de ectoparasitos e endoparasitos às drogas antiparasitárias convencionais, causando poluição ambiental e resíduos farmacológicos, bem como de contaminação dos corpos d'água naturais pelos efluentes descartados, os quais ainda contribuirão para o acúmulo residual na carne dos pescados cultivados (Soares; Tavares-Dias, 2013).

A qualidade da água é fundamental para saúde dos peixes e demais organismos aquáticos, não apenas devido a composição química, mas em relação à sanidade, contaminantes e outros, pois afetam diretamente o desempenho produtivo como sobrevivência, crescimento, reprodução e suscetibilidade a doenças que comprometem a economia. Dessa forma, a compreensão dos conceitos de “Aquicultura Sustentável” e “Aquicultura Responsável”, reporta a produção de pescado e organismos aquáticos com racionalidade ambiental, econômica, social e política, envolvendo desde aspectos legais da aquicultura aos impactos causados pela atividade, o que direciona a adoção de boas práticas de gestão e a de ferramentas de eco tecnologias visando a sustentabilidade da atividade (Osti; Marcante, 2024).

No levantamento realizado sobre o uso de Visão Computacional e Inteligência Artificial para reconhecer e identificar características específicas de peixes e outros organismos aquáticos presentes em corpos d'água diferenciados no Mato Grosso do Sul, é possível verificar a participação na sua totalidade das instituições de educação públicas, citando: Instituto Federal de Mato Grosso do Sul/IFMS, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul/UEMS, Universidade Federal da Grande Dourados/UFGD, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/UFMS, e a particular, Universidade Católica Dom Bosco/UCDB. Entre as instituições de pesquisa destacam-se a EMBRAPA, EMBRAPA, e a empresa Tecsinapse.

Também foi pontuado a presença de vários grupos de pesquisa, alguns formados por pesquisadores de diferentes instituições, são eles Aquims, Aquicultura, Biopatologia e sanidade em organismos aquáticos, Agetech, AP-Agricultura de Precisão da Embrapa, Inovisão, GPEC, FINAV/UNIESP; GTA-UFGD; GT-CLASCO. Os conteúdos publicados nos documentos encontrados estão listados na tabela 10, e discutidos por grupamento seguindo a metodologia definida para a revisão ora apresentada. E, enriquecendo esse levantamento são citados também os trabalhos de histomorfometria com uso de *software* de imagens, descritos na tabela 11.

Reconhecendo que os ecossistemas aquícolas só podem ser funcionais se houver cuidado com a biodiversidade e a qualidade dos ambientes que os constituem, assim como a invasão biológica constitui um importante elemento que ameaça o equilíbrio do ambiente. A presença de espécies exóticas ou não naturais no ambiente altera a composição e o funcionamento dos ecossistemas, sendo a principal causa da perda global de biodiversidade, entretanto, muitas espécies definidas como exóticas podem ser usadas como marcadores para testes biológicos de corpos hídricos. O *Dendrocephalus brasiliensis* (*Crustacea: Anostraca*) é uma espécie com elevado potencial econômico e valor nutricional para a aquicultura, e ainda é um indicador de alta sensibilidade a diversas substâncias tóxicas, o que permite seu uso como marcador de toxicidade. Motivo pelo qual foi selecionado como abordagem de avaliação de toxicidade, considerando o perfil de eclosão frente às soluções de cultivo à base de Dimetilsulfóxido (DMSO), Glicerol, em comparação aos meios tradicionais como Água Natural (NW) e Reconstituída (RW), e como parâmetros aferidos foram a taxa de eclosão e os efeitos de controle do pH dos meios de cultivo. As etapas de monitoramento e contagem de cistos *D. brasiliensis* foram realizadas por automação usando visão computacional como ferramenta, em que os métodos de detecção foram a YOLOv3 (You Only Look Once) e a Faster R-CNN (Region Based Convolutional Neural Networks), onde a abordagem gerou resultados que permitiram oferecer melhorias para os estudos de toxicidade (Astolfi, 2022).

Na sequência dos estudos com o *Dendrocephalus brasiliensis*, Astolfi et al. (2022) exploraram o potencial do crustáceo de água doce com vista as características de rusticidade e a resistência à produção de cistos, por meio da abordagem automatizada para detecção e contagem de cistos a partir de imagens capturadas por microscopia digital,

com a construção de um dataset com 246 imagens contendo 5.141 cistos. Usando as redes YOLOv3 (You Only Look Once) e Faster R-CNN (Redes Neurais Convolucionais Baseadas em Região) para a detecção e contagem de cistos do repositório, foi observado que a YOLOv3 foi superior ao Faster R-CNN, alcançando uma taxa de precisão de 83,74%, R de 0,88, RMSE (Root Mean Square Error) de 3,49 e MAE (Mean Absolute Error) de 2,24, e ainda foi possível inferir o número de cistos de um substrato tendo o peso conhecido da massa amostral. O conjunto de dados de *D. brasiliensis* pode ser acessado em: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.13073240>.

O grupo Inovisão atuando com CIARP, IWCIA, PSIVT, e COMPIMAGE VIPIMAGE tem contribuído com várias atividades e parcerias com o setor privado, a exemplo do *software* para contagem de alevinos que usando técnicas de visão computacional, foi desenvolvido no laboratório de pesquisa Inovisão, juntamente com a Empresa Projeto Pacu para integração da pesquisa com o desenvolvimento regional e tecnológico para o estado do Mato Grosso do Sul. Outros projetos de pesquisas também relacionados ao agronegócio englobam o desenvolvimento de novos *softwares* para atender áreas específicas da microrregião do Alto Taquari com predominância de grandes propriedades rurais, e destaque aos municípios de São Gabriel do Oeste, Costa Rica, Sonora e Coxim que, entre outras atividades, é explorada a aquicultura como recurso econômico (De Oliveira, 2017).

Também foi desenvolvida uma aplicação para reconhecimento de espécies de peixes, utilizando a câmera (webcam) e algoritmos SURF e SIFT para detectar e descrever os pontos de interesse, e técnicas de modelos de Força Bruta e FLANN. Para cada espécie foram capturadas cerca 30 imagens em diferentes ângulos e distâncias, constituindo um banco de imagens com uma grande diversidade de imagens, em linguagem C, utilizando a biblioteca de Visão Computacional OpenCV. Os modelos foram compostos por três repetições da execução, e os resultados avaliados quanto a taxa de verdadeiros positivos, taxa de falsos positivos, medida-F, acurácia e precisão (Telles, 2013).

Em uma parceria entre UCDB, UFMS e Tecsinapse foram desenvolvidas pesquisas aplicando extratores de recursos locais e modelos de correspondência para classificação de espécies de peixes, num conjunto de 30 imagens produzidas, sendo

imagens de cada uma das cinco espécies de peixes escolhidas nos experimentos. Entre as várias combinações de recursos de extratores e estratégias, as imagens foram testadas e os resultados experimentais submetidos usando pontuação F, precisão e recall (De Paula Freitas et al. 2021).

Em cooperação com a unidade produtiva da Fazenda Santa Rosa, em Terenos, Mato Grosso do Sul, as tecnologias de inovação foram empregadas para auxiliar a impactos em sua estrutura e dinâmica relacionadas à aquicultura. O objetivo foi averiguar a influência dos processos de aprendizagem interativa auxiliando o gestor executivo no acompanhamento do processo de produção e incorporação de competências que potenciem a propagação de conhecimento sistêmico da atividade (Pache et al., 2022).

No Pantanal de Mato Grosso do Sul, um grupo de pesquisa do IFMS propôs avaliar por tecnologias de aprendizagem as características morfométricas do pintado, oriundos de sistemas de criação de viveiros escavados e sistema de recirculação de água, categorizados em diferentes classes de peso. As amostras foram compostas por exemplares, distribuídos num delineamento inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos definidos segundo os intervalos de peso: 1) 700 a 899 g, 2) 900 a 1099 g, 3) 1100 a 1299 g, 4) 1300 a 1499 g 5) 1500 a 1699 g, em sete repetições. Após um período de 195 dias de cultivo, os autores concluíram que os pintados criados nos dois sistemas apresentam as mesmas características morfométricas com comportamento linear de crescimento com tendência de estabilização da altura do corpo com a elevação do peso (Cabral Júnior et al., 2021).

A histomorfometria computacional é uma ferramenta também disponível e de fácil utilização que tem sido utilizada na avaliação de alterações morfofisiológicas teciduais, oferecendo maior confiabilidade científica aos dados, além de facilitar o processo de automação. Aplicação das imagens histológicas no *software* livre ImageJ foi realizada para avaliação morfológica de tecidos de peixes, utilizando como modelo micrografias de cortes histológicos do trato intestinal de peixes. As imagens foram analisadas quanto às variáveis comprimento e largura das vilosidades, área tecidual e número de células caliciformes. A aplicação da histomorfometria computacional demonstrou eficiência na avaliação de estruturas histológicas do intestino de peixes

suplementados com probióticos, contribuindo para o aprimoramento das técnicas de análise de imagens em modelos de tecidos animais (Vieira et al., 2020).

Estudos usando a histomorfometria computacional são mostradas por Galindo et al. (2017) ao identificar características morfológicas e morfométricas de cistos de nematodas no fígado de *Gymnotus inaequilabiatus*, e a presença de centros de melanomacrófagos (CMMs) pericísticos em espécimes provenientes do Rio Paraguai, Corumbá, Brasil. A análise morfométrica dos cistos em cortes histológicos quantificaram o diâmetro (μm), a espessura da camada da parede do cisto (μm) e a camada de colágeno (μm) por meio de imagens capturadas e adaptada para microscopia utilizando o software Motic Image Plus 2.0 (Motic Asia, Hong Kong) e do *software* livre ImageJ.

No mesmo período Rodrigues et al. (2017) estabeleceu o cálculo dos parâmetros de razão núcleo/área do citoplasma, razão núcleo/perímetro do citoplasma e volume nuclear dos hepatócitos de peixes aplicando a histomorfometria digital utilizado um sistema de câmera digital acoplado a um microscópio focado com aumento de 1000 \times . A área (μm^2) e o perímetro (μm) dos hepatócitos e a área (μm^2), o perímetro (μm) e o diâmetro (μm) dos núcleos dos hepatócitos foram estimados segundo as medidas obtidas no software Motic Image Plus 2.0 (Motic®). E, a partir da mesma técnica, estudos de histometria e análise de densidade volumétrica foram realizados em *Gymnotus inaequilabiatus* (Gymnotiformes: Gymnotidae). As medidas histométricas processadas foram utilizadas para estimar o diâmetro (μm) e a área (μm^2) do corpúsculo renal, a área glomerular (μm^2), o diâmetro (μm) e a espessura do o epitélio tubular proximal e distal, e adicionalmente área do espaço de Bowman (μm^2) e a relação área glomerular/área do corpúsculo renal utilizado o software Motic Image Plus 2.0 (Motic Asia) (Fernandes et al., 2019).

Pesquisas histomorfométricas utilizando o *software* MoticImage Plus 2.0 (Motic®) mostraram-se efetivas para o bagre neotropical *Pseudoplatystoma reticulatum*, após suplementação dietética de óleo essencial de gengibre *Zingiber officinale* (Almeida et al., 2021), para juvenis de *Pseudoplatystoma* sp. após suplementação alimentar com *Bacillus subtilis* C-3102 (Nunes et al., 2020; (Veiga et al., 2020), para cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) (Silva et al., 2021) e dourado *Salminus brasiliensis*

suplementados com *Lactobacillus rhamnosus* como probiótico, paraprobiótico e sua combinação simbiótica (Oliveira et al., 2024).

Considerando que o trato digestivo dos peixes apresenta muitas adaptações morfológicas relacionadas ao habitat e à nutrição, a biometria intestinal serve como padrão para refletir essas adaptações. Assim, ao descrever padrões histométricos em peixes cultivados e sua relação com a alimentação, é possível estabelecer um protocolo padronizado considerando a densidade celular por área de tecido. Utilizando exemplares juvenis das espécies *Pseudoplatystoma corruscans*, *Piaractus mesopotamicus* e *Oreochromis niloticus*, os critérios histométricos quantitativos padronizados mostraram a diversidade morfofisiológica do trato digestivo dos peixes, e o indicativo da técnica para estudos futuros de avaliações das alterações no trato digestivo de vertebrados identificando por meio de imagens dos cortes as medições utilizando o *software* Motic 2.0 (Motic Asia) (Bellinate et al., 2023).

Relatórios da EMBRAPPIII destacam a necessidade do uso de tecnologias de precisão para favorecer todo sistema de produção (Chaves et al, 2022). As “Agtechs” servem para desenvolver soluções para o uso de tecnologias na agropecuária como drones, irrigação automatizada, georreferenciamento de maquinário, internet das coisas, inteligência artificial e sensores (Sordi e Volpato Junior, 2020).

Trabalho da Embrapa Informática Agropecuária usando imagens do sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) fornece uma ampla cobertura da superfície terrestre e as possibilidades do monitoramento das inundações no Pantanal. Para quantificar as áreas inundadas desse ecossistema, estudos com dados retrospectivos de anos de 2007 a 2009 foram usados para distinguir período de seca e enchente bastante variável, de norte a sul e de leste a oeste. O classificador Fuzzy ARTMAP possibilitou a quantificação de áreas inundadas, e os resultados servem de modelo para auxiliar os sistemas de monitoramento de inundações do Pantanal (Antunes; Esquerdo, 2014).

O Pantanal é uma região úmida que abriga centenas de espécies de peixes, sendo considerado como um dos mais importantes ecossistemas do mundo, em especial para a preservação dos ecossistemas alimentar humano e turístico. Portanto, o emprego de métodos baseados em redes neurais convolucionais (CNNs) são importantes para o reconhecimento de espécies de peixes do Pantanal, e que possa classificar as espécies

em família e ordem, pelo reconhecimento das características semelhantes. A abordagem usada por pesquisadores da UFMS forneceu resultados com precisão para a categorização por família e ordem, mostrando que a ferramenta automática é importante para identificar as espécies do Pantanal (Santos; Gonçalves, 2019).

A rede de pesquisa e desenvolvimento em Agricultura de Precisão (AP) da Embrapa propõe estabelecer conceitos de AP focada na sustentabilidade do sistema produtivo das culturas agrícolas anuais e perenes, e as inovações que foram expandindo para a inclusão das atividades transversais como organização do sistema de informação da rede, sistema de apoio aos campos experimentais e condutividade elétrica aparente do solo e a importância da conservação da biodiversidade e dos corpos hídricos. Na definição de “Ferramentas para Agricultura de Precisão” inclui o desenvolvimento de equipamentos, metodologias de análise, técnicas de imagem, entre outros que apoiam a prática em direção à inovação (Inamasu et al., 2011).

A sanidade da água têm sido o foco para quaisquer tipos de crescimento das áreas urbanas e aumento da população, devido ao aumento da poluição e contaminação de rios. Apontados como indicadores de poluição, os peixes são utilizados para avaliação da qualidade da água, e uma análise aplicada é a formação de micronúcleos em células de sangue presentes em animais expostos a agentes poluidores e contaminadores devido à alteração do processo de divisão celular. A contagem de micronúcleo é trabalhosa e repetitiva, suscetível a erro, sendo a contagem automática uma solução, utilizando um analisador de partículas e o uso do *software* ImageJ uma importante implementação para o reconhecimento de células com micronúcleos (Lima, 2016).

Geotecnologias são tecnologias emergentes incorporadas em estudos ambientais de conservação e desenvolvimento sustentável. E podem potencializar a coleta e análise de grandes quantidades de dados para a tomada de decisões e elaboração de estratégias de gestão para conservação dos recursos naturais. O processamento de dados por meio de geotecnologias depende da Visão Computacional (VC), o Processamento Digital (PDI), o Sensoriamento Remoto (SR) e os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). Suas aplicações tornam relevante o estudo, pois inclui as ações antrópicas no meio ambiente, alterações nos ecossistemas naturais, e uso adequado dos recursos naturais demandando a tomada de decisões baseadas em conhecimento científico (Costa et al., 2018).

Os processos de inovação tecnológica influenciam os grandes avanços no setor mundial do agronegócio. Esses avanços são resultado de estudos científicos e tecnológicos, e a piscicultura aparece como uma alternativa para diversificar a produção agrícola, sendo o sistema mais responsável do mundo pela segurança alimentar. Além disso, a prática de piscicultura é uma estratégia potencial para a conservação ambiental, pois contribui para a redução da pesca.

Oliveira Junior et al. (2021) investigaram qual combinação de parâmetros para o *software* de contagem de alevinos resultam no menor erro médio absoluto (MAE) e no menor erro quadrático médio (RMSE). Para isso, foi criado um conjunto de dados de imagens denominado FISHCV155V e separado em conjuntos de treinamento e teste, em que foram testadas diferentes combinações de parâmetros para o *software* a fim de investigar a influência de tais parâmetros no desempenho aplicado para a piscicultura.

O estudo sobre peixes utilizando Visão Computacional também é extensivo ao Bioparque Pantanal em uma parceria com a UFMS, foi possível identificar diferentes espécies de peixes e montar um banco de dados, facilitando as visitas guiadas. Diversos visitantes podem identificar as espécies de diversos peixes ao capturar imagens em aparelhos celulares, e por meio de Redes Neurais Convolucionais, identificam as respectivas espécies (Grance, 2023).

Aplicação voltada para dispositivos móveis com objetivo de classificar espécies de peixes por meio de técnicas de Visão Computacional e Inteligência Artificial, com aplicação para smartphones com o auxílio da biblioteca de Visão Computacional OpenCV tanto na fase de classificação quanto de treinamento; Técnicas empregadas na descrição das imagens coloridas como o Histograma de Palavras Visuais (*Bag of Visual Words-BoVW*), Histograma de Atributos e Cores (*Bag of Features and Colors*), Histograma de Cores de Wengert (*Bag of Colors-BoC*), Histograma de Palavras Coloridas (*Bag of Colored Words-BoCW*) e Histogramas de Cores nos espaços de cores RGB e HSV também são parâmetros variados para obter resultados de classificação e métricas (Freitas et al., 2015).

Tabela 10 - Listagem de artigos científicos que usaram diferentes tecnologias, selecionados no período de 2011 a 2023

Grupo de Pesquisa	Instituição	Produção	Ano	Autor
NI	UFMS	<i>Dendrocephalus brasiliensis</i> (Crustacea: Anostraca) hatching egg capacity in different water treatments	2022	Astolfi, A. C. M.N.
NI	UFMS	Reconhecendo e contando cistos de <i>Dendrocephalus brasiliensis</i> (Crustacea: Anostraca) usando aprendizagem profunda.	2022	Astolfi A.C.M.N et al.
Inovisão	UCDB	Fish Species Recognition using Template Matching and Local Descriptors	2021	de Paula Freitas, U.; Telles, R. S.; Da Silva, G. G.; Pistori, H.
NI	UFMS	Detecção de espécies de peixes do Aquário do Pantanal usando Visão Computacional.	2023	Grance, D. L.
NI	EMBRAPI I	Ciência para Prosperidade Sustentável e socialmente justa	2022	Chaves, A. et al
AGTECH	UFMS	AGETECH: estado da arte e perspectiva	2020	Sordi, V. F.; Volpato Júnior, P. E.
NI	Embrapa Informática Agropecuária	Classificação sub-pixel de séries temporais de dados MODIS para a quantificação de áreas inundadas do Pantanal	2014	Antunes, J.F.G; Esquerdo, J.C.D.M.
Inovisão	IFMS	Características morfométricas do pintado em diferentes classes de peso.	2021	Cabral Júnior, A. I. et al.
NI	UFMS	Improving Pantanal fish species recognition through taxonomic ranks in convolutional neural networks	2019	Santos, A.A.Gonçalves, W.N.
Agricultura de Precisão (AP) da Embrapa	Embrapa	Agricultura de precisão: um novo olhar.	2011	Inamasu, R.Y. et al.
NI	UFGD	Contagem automática de micronúcleos em células de peixes	2016	Lima, F.N.
Inovisão	IFMS/UCDB	Aquaculture and innovation based on interactive learning processes: Pacu Project in Terenos, MS	2022	Pache, M.C.B. et al.
FINAV/UNIESP; GTA-UFGD; GT-CLASCO	UFGD	Pensar a natureza para compreender o peixe como recurso	2015	De França, A.C. et al.
NI	UFMS	Detecção de espécies de peixes do Aquário do Pantanal usando Visão Computacional.	2023	Grance, D. L.

NI	UFGD	Do peixe ao recurso: as territorialidades da piscicultura em Dourados, MS	2013	França, A.C.
Inovisão	UCDB	Pecuária de precisão como fator de desenvolvimento local da região do Alto Taquari	2017	De Oliveira, G. L.
Inovisão	UCDB	Classificação Automática de Espécies de Peixe Utilizando Reconhecimento Sintático de Padrões	2017	Borth, M.R.
Inovisão	UCDB	Desenvolvimento de um sistema de identificação de espécies de peixes utilizando Visão Computacional e aprendizagem automática	2013	Telles, R.S.
Inovisão/GP EC	IFMS/UC DB/UFMS	Análise da Extração de Atributos do Algoritmo SURF em Espécies de Peixe	2013	Both, M.R. et al.
Inovisão	UCDB/UF MS/Tecsin pase	Identificação de espécies de peixes utilizando histogramas de palavras visuais em imagens coloridas	2015	Freitas, U.P. et al
Inovisão	UCDB/IF MS	Techniques using ImageJ for histomorphometric studies.	2020	Curvo, L. R. V. et al.
Inovisão	UCDB/IF MS	Visão computacional e áreas correlatas: aplicações das geotecologias em estudos ambientais	2018	Costa, C.S; Curso, L. R. Porfírio, G.E.O.
Inovisão	UCDB/IF MS	Addition Probiotics on Captive Fish Nutrition the benefits, water quality and productive performance: a review	2021	Vieira, L. R. et al...
Inovisão	UCDB/ UFMS/IF MS/UEMS	An Investigation of Parameter Optimization in Fingerling Counting Problems	2021	Oliveira Júnior, A. da S.

NI=não identificado

Fonte: Autores (2024)

Tabela 11 - Listagem de artigos complementares de análise histomorfométrica digital, correspondente ao período de 2017 a 2024

Título	Ano	Autor
Morphological and morphometric features of nematode-cysts in <i>Gymnotus inaequilabius</i> liver in the Brazilian Pantanal.	2017	Gallindo et al.
Liver histology and histomorphometry in hybrid sorubim (<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> × <i>Pseudoplatystoma corruscans</i>) reared on intensive fish farming	2017	Rodrigues et al.
Kidney histological and histometric traits associated to renosomatic index in <i>Gymnotus inaequilabius</i> (Gymnotiformes: Gymnotidae).	2019	Fernandes et al.
A new species, <i>Henneguya lacustris</i> n. sp. (Cnidaria: Myxosporea), infecting the gills of <i>Astyanax lacustris</i> from Brazil	2020	Vieira et al.
Effects of <i>Bacillus subtilis</i> C-3102-supplemented diet on growth, non-specific immunity, intestinal morphometry and resistance of hybrid juvenile <i>Pseudoplatystoma</i> sp. challenged with <i>Aeromonas hydrophila</i> .	2020	Nunes et al.
Short communication: <i>Bacillus subtilis</i> C-3102 improves biomass gain, innate defense, and intestinal absorption surface of native Brazilian hybrid Surubim (<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> x <i>P. reticulatum</i>)	2020	Veiga et al.
Dietary supplementation of ginger (<i>Zingiber officinale</i>) essential oil exhibits positive immunomodulatory effects on the Neotropical catfish <i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> without negative effects on fish liver histomorphometry.	2021	Almeida et al.
Comparative liver morphology associated to the hepatosomatic index of five Neotropical anuran species.	2021	Leão et al.
<i>Ocimum gratissimum</i> essential oil improved the health, innate immunity and resistance to <i>Aeromonas hydrophila</i> infection in <i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> .	2021	Silva et al.
Probiotic, prebiotic and synbiotics supplementation on growth performance and intestinal histomorphometry <i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> larvae	2022	Oliveira et al.
Intestinal morphometry and cell density features in tropical farmed fish: A methodological approach.	2023	Bellinate et al.
Morphological and histometric features of the caudal kidney in piranha <i>Pygocentrus nattereri</i> (Characiformes: Serrasalminidae).	2023	Marcondes et al.
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> improves feed intake, condition factors, hepatic and intestinal histomorphometric indexes of dourado <i>Salminus brasiliensis</i> .	2024	Oliveira et al.

Fonte: Autores (2024)

O desenvolvimento de qualquer sistema de produção, e reportando em especial ao aquícola deve assegurar que as ações da atividade atendam de forma adequada e sustentável as necessidades e realidade do produtor e do ambiente onde está sendo executada. Por isso, o uso de tecnologias de aprendizagem precisa ser previamente discutido e se alinhar aos processos e estrutura para que não se torne ineficiente e seja uma problemática para o manejo.

Todos os conteúdos relatados neste documento destacam o quanto a Visão Computacional e a Inteligência Artificial contribuem de forma efetiva na resolução de problemas e na qualificação de processo, embora na sua maioria não possam ser diretamente aplicados sem uma assistência técnica eficaz e treinamento tecnológico. Assim sendo, estudos e experimentos precisam ser continuados, ainda que após uma década amostral, a transferência de tecnologia em ambiente real ainda prescinda de treinamento e investimento para garantir o ganho e a qualidade necessários para ser convertida em lucro.

13 Valor adicionado por elo da cadeia produtiva

A cadeia produtiva do peixe é um sistema complexo que envolve várias etapas, desde cultivo até o consumidor final. Cada elo dessa cadeia desempenha um papel crucial e contribui para a criação de valor, impactando a qualidade do produto final, a eficiência econômica e a sustentabilidade do setor. Desde o cultivo até o processamento, distribuição e consumo, a adição de valor ocorre por meio de práticas eficientes, tecnologias avançadas e estratégias de mercado bem elaboradas. Entender e otimizar cada uma dessas etapas é crucial para garantir a sustentabilidade, a qualidade e a competitividade no setor pesqueiro.

A cadeia produtiva do peixe começa com o cultivo em sistemas aquáticos controlados. Nesta fase, o valor é adicionado por meio da escolha de espécies adequadas, técnicas de manejo sustentável e práticas de conservação. O uso de tecnologias avançadas e conhecimentos especializados na criação de ambientes ideais para o crescimento dos peixes não apenas aumenta a produtividade, mas também garante a qualidade e segurança do produto.

Após a colheita, o peixe é levado para o processamento, onde passa por etapas como limpeza, desossa, filetagem e embalagem. Aqui, o valor é adicionado ao transformar o peixe bruto em produtos prontos para o consumo ou para a indústria alimentícia. O processamento envolve técnicas que preservam a frescura, melhoram a

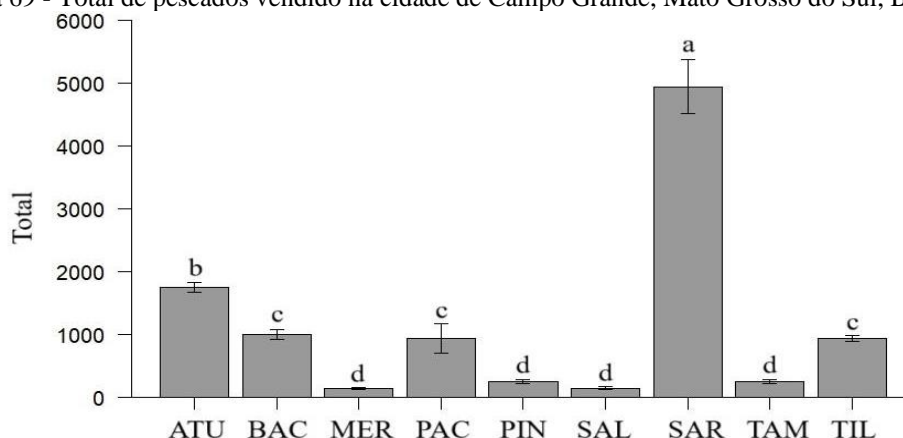
aparência e garantem a segurança alimentar. O investimento em equipamentos modernos e em práticas higiênicas eficientes resulta em produtos de maior valor agregado.

Na fase de distribuição, o valor é incrementado por meio de um sistema eficiente de transporte e logística. O transporte rápido e a armazenagem adequada são essenciais para manter a qualidade do peixe e minimizar as perdas. A gestão eficaz da cadeia de suprimentos, com controles de temperatura e rastreamento, assegura que o produto chegue ao mercado em excelentes condições e dentro do prazo de validade.

Na etapa de comercialização, o valor é adicionado pela criação de estratégias de *marketing* e pela identificação de mercados-alvo. A valorização do peixe pode ser ampliada por meio da marcação, promoção e venda em diferentes formatos (fresco, congelado, enlatado, entre outros). A diferenciação do produto, como a certificação de origem sustentável ou a inclusão de valor nutricional, pode aumentar o apelo para consumidores conscientes e dispostos a pagar mais por qualidade e responsabilidade ambiental.

Em levantamento realizado pela equipe do Programa Peixe Sempre, da UEMS, tanto no interior do estado quanto na capital, em todos os supermercados visitados o produto mais vendido é a sardinha enlatada (Figura 69), cujo preço por embalagem é o menor.

Figura 69 - Total de pescados vendido na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil²



² ATU = atum; BAC = bacalhau; MER = Merluza; PAC = pacu; PIN = Pintado; SAL = salmão; SAR = sardinha; TAM = tambaqui; TIL = Tilápia. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças estatísticas entre os produtos ($p < 0,05$), de acordo com o teste F. Barras de erro representam \pm erro padrão

Fonte: Autores (2024)

Finalmente, no ponto de consumo, o valor é reforçado pela educação do consumidor e pela experiência gastronômica. A conscientização sobre os benefícios nutricionais do peixe e a promoção de receitas e preparações diversificadas podem aumentar a demanda e a satisfação dos clientes. O conhecimento sobre a origem e o manejo sustentável dos peixes também valoriza o produto, promovendo uma escolha mais informada e responsável.

14 Sistemas de cultivo utilizados na aquicultura e seu impacto na convivência de enfermidades

No Brasil, a piscicultura é praticada principalmente em viveiros escavados, os chamados tanques de terra, entretanto, o país conta com grandes áreas de reservatórios, os quais são otimizados com o cultivo de peixes em tanques-rede. A produção de peixes pode ser praticada em diferentes sistemas, portanto, compreender esses sistemas e seu impacto é crucial para otimizar a produção e garantir a saúde dos organismos cultivados.

Viveiros ou tanques escavados (tanques de terra) são o sistema mais tradicional utilizado nas pisciculturas, oferecendo um ambiente mais natural, sendo alimentados por fontes de água externas, como rios, lagos ou poços artesianos, permitindo uma maior diversidade biológica e interação com o ambiente externo. Os viveiros são projetados de forma a permitir o abastecimento, com entrada de água pela parte superior, e para a drenagem dessa água podem ser construídos diferentes sistemas de drenagem, sempre localizados no lado oposto da entrada, retirando a água do fundo. Além disso, tanto a entrada quanto a saída da água, devem possuir controle do fluxo de água.

Esses sistemas são comuns no Brasil, e são, particularmente, mais frequentes e abundantes no estado de Mato Grosso do Sul. Utilizados principalmente para piscicultores com limitações de investimento inicial, são considerados como uma alternativa acessível e de baixo custo na piscicultura extensiva e semi-intensiva, porém, também são comumente utilizados em grandes piscicultura que visam a terminação de

peixes, ao passo de que já existe no mercado tecnologias que são uma grande aliada para intensificar esse tipo de sistema e o tornar mais intensificado.

Geralmente são usados viveiros de até 2.000m² para alevinagem e, acima dessa área, os viveiros são destinados à terminação/engorda, entretanto, a área dos viveiros difere bastante de acordo com a piscicultura, podendo chegar a tanques de 5 hectares, por exemplo. Em propriedades com baixa tecnologia, tilápias são produzidas em viveiros entre 2 a 3 kg de peixe/m³, porém, em pisciculturas que fazem uso de aeradores e renovação de grandes volumes de água, a densidade de estocagem pode variar entre 5 a 8 kg de peixe/m³. Sem essa tecnologia, as cargas altas de peixe em viveiros, combinadas à entrada de grande quantidade de insumos no viveiro e sem cuidados com os parâmetros de qualidade de água, o produtor pode se deparar com proliferação excessiva de algas, com predominância de cianofíceas e problemas com *off-flavor* (alteração do sabor).

A gestão de saúde nos tanques de terra depende fortemente do manejo das águas e da qualidade do solo, além de monitoramento e tratamento de doenças que possam surgir, pois a proximidade com o solo e o ambiente externo aumenta a exposição a patógenos e a proliferação de parasitas.

Tanques-rede são gaiolas flutuantes instaladas dentro de ambientes aquáticos de água doce ou de água salgada, permitindo a livre passagem da água, em seu interior. São sistemas importantes para serem utilizados em corpos d'água já existentes, otimizando o seu uso, porém, neles, os peixes estão expostos ao ambiente natural, permitindo maior contato com outros organismos selvagens. A proximidade com outros organismos selvagens e a troca de água entre os tanques-rede podem contribuir para a propagação de doenças, aumentando as possibilidades de infecções por patógenos presentes na água do mar ou do lago.

Os tanques-rede são utilizados na piscicultura de algumas espécies de peixes nativos, contudo, foi a tilapicultura que tornou esse sistema o mais adotado no Brasil. O cultivo de tilápias em tanques-rede ocorre em diversos reservatórios do Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Sul do país. No estado de Mato Grosso do Sul, passou a ser adotado quando houve a migração da tilapicultura em tanque-rede do estado de São Paulo, para os reservatórios de Ilha Solteira e Jupia.

Inicialmente, no país, a tecnologia usada era o sistema de tanques-rede de pequeno volume, conhecidos como tanques-rede de pequeno volume e alta densidade (PVAD) e, por isso, os produtores, em seu início, chegavam a produzir 150 a 250 kg de peixes/m³, em tanques-redes. Essas biomassas altas logo se mostraram preocupantes, em função da alta carga de matéria orgânica nas áreas aquícolas, e os produtores foram diminuindo as densidades de estocagem de modo que, atualmente, têm praticado uma biomassa máxima de 80 kg de peixe/m³.

Outra mudança que aconteceu com o aumento da produção foi a demanda pelo uso de tanques-rede maiores, conhecidos como tanques-rede de grande volume e baixa densidade (GVBD). O sistema de tanque-rede GVBD é praticado na salmonicultura, em países como o Chile e a Noruega, porém essa tecnologia, inicialmente importada desses países, já começou a ser fabricada por empresas no Brasil. As empresas produtoras de peixe que se instalaram no MS, já adotaram esses tanques de grande volume.

Na tilapicultura em tanques-rede, os problemas com enfermidades são mais frequentes devido à intensificação da produção e expansão desses sistemas, compartilhando a mesma área ou em áreas muito próximas dentro do mesmo reservatório. As transferências de alevinos e juvenis, principalmente, são vias de disseminação de organismos patogênicos, de uma forma muito eficaz. A streptococose, bem como franciselose e o iridovírus (ISKNV – vírus da necrose infecciosa do baço e rim) têm causado muitas perdas para a tilapicultura em diversas regiões do Brasil e estão no foco de diversas pesquisas.

A implementação de medidas rigorosas de controle e tratamento, assim como a gestão adequada da densidade de cultivo, é essencial para minimizar riscos. O avanço das enfermidades supracitadas foi o incentivo para a busca incessante para a produção de vacinas comerciais e vacinas autógenas. Além disso, as demandas por nutracêuticos aumentaram, bem como as pesquisas focadas em melhorar a imunidade dos organismos aquáticos, com uso de aditivos nutricionais imunomoduladores.

Sistemas de Recirculação de Água (RAS) são sistemas com uma abordagem de produção intensiva e altamente tecnológica, com água sendo constantemente filtrada, tratada e reutilizada no cultivo de organismos aquáticos, tornando-se uma alternativa sustentável e eficiente no uso da água. Por sua natureza fechada, o RAS permite um

controle preciso das condições ambientais, como temperatura e qualidade da água. Isso reduz a exposição a patógenos externos e facilita o tratamento de doenças, mas pode criar um ambiente propício ao desenvolvimento de patógenos internos se o manejo não for adequado. O controle rigoroso e a manutenção dos filtros e dos sistemas de monitoramento são essenciais para prevenir surtos.

O RAS vem sendo amplamente utilizado no cultivo de salmão, tilápia e truta. É recomendada sua utilização para locais com restrições hídricas ou para produção em áreas urbanas. Diversos experimentos de pesquisa têm utilizado o RAS e demonstrado sua importância nas fases iniciais de cultivo (Ahmed e Turchini, 2021; Gephart et al., 2021; Silva et al., 2024). Por sua natureza fechada, o RAS permite um controle preciso das condições ambientais, como temperatura e qualidade da água. Isso reduz a exposição a patógenos externos e facilita o tratamento de doenças, mas pode criar um ambiente propício ao desenvolvimento de patógenos internos se o manejo não for adequado. O controle rigoroso e a manutenção dos filtros e dos sistemas de monitoramento são essenciais para prevenir surtos.

Tanques elevados são estruturas construídas acima do solo, frequentemente feitas de materiais como concreto, fibra de vidro, PVC ou outros materiais resistentes, proporcionando um ambiente controlado para o cultivo de peixes. Esses tanques permitem maior flexibilidade na escolha do local, já que não dependem de condições específicas do solo e podem ser instalados em áreas com limitações hídricas ou terrenos irregulares. Além disso, podem ser usados tanto para alevinagem quanto para engorda e, oferecem melhor controle das variáveis ambientais em comparação com viveiros ou tanques escavados. No entanto, os materiais e a infraestrutura para construção desses tanques representam um investimento maior em comparação com tanques escavados, tornando um entrave especialmente para pequenos e médios produtores. A renovação da água e o controle de oxigênio geralmente exigem sistemas de bombeamento, o que também pode ser considerado uma desvantagem do sistema, pelo fato de que onera os custos operacionais e demanda acesso à energia constante.

Os tanques elevados são altamente eficazes, oferecendo condições de cultivo estáveis e controláveis, o que permite produzir em áreas com restrições de espaço ou recursos naturais, representando uma opção moderna e flexível para piscicultores que

buscam um ambiente mais controlado, com menor risco de contaminação e fácil manejo. Ao decorrer da produção, esse controle das condições de cultivo, aliada a uma boa gestão pode resultar em aumento de produtividade, tornando a atividade atrativa economicamente, representando um passo importante rumo à sustentabilidade na aquicultura.

A convivência com enfermidades na aquicultura é influenciada por diversos fatores, incluindo o tipo de sistema de cultivo. Sistemas mais fechados, como os RAS, oferecem um controle mais eficiente das condições ambientais e uma maior capacidade de tratamento, mas podem desenvolver infecções internas se não forem bem geridos. Por outro lado, sistemas mais abertos, como viveiros escavados e tanques-rede podem estar mais sujeitos à entrada de patógenos externos, exigindo uma abordagem proativa em termos de monitoramento e biossegurança.

A gestão adequada da saúde dos organismos aquáticos envolve práticas que vão além do controle do ambiente físico. A alimentação, o manejo da densidade de cultivo, a limpeza dos equipamentos e a quarentena de novos lotes são componentes críticos para minimizar a incidência de doenças. Ademais, a pesquisa contínua sobre patógenos e o desenvolvimento de vacinas e tratamentos são essenciais para enfrentar desafios emergentes.

Cada sistema de cultivo na aquicultura apresenta vantagens e desafios específicos no que diz respeito à convivência com enfermidades. A escolha do sistema deve ser feita considerando não apenas a eficiência e a sustentabilidade, mas também a capacidade de manejo e controle de doenças, garantindo assim uma produção saudável e sustentável de organismos aquáticos.

15 Evolução do melhoramento genético e seu impacto em relação às enfermidades e desempenhos zootécnicos

Com a intensificação dos cultivos, o aumento no número e proximidade entre os produtores e maior trânsito de alevinos e juvenis entre diferentes regiões, os problemas com sanidade ganharam mais atenção dos órgãos fiscalizadores, dos produtores, dos pesquisadores e extensionistas. A adoção de boas práticas de produção, manejo sanitário preventivo, controle de parasitos, o uso de vacinas e de ração medicada na própria fazenda são as opções à disposição dos produtores para minimizar as perdas.

Diversas empresas de saúde animal viram a oportunidade para desenvolvimento de vacinas contra esses patógenos e, com a demanda de serviço aumentada, além da busca por vacinas comerciais eficazes, começaram a desenvolver vacinas autógenas a partir de patógenos isolados diretamente nas propriedades em que diagnosticavam as doenças. A prática de biossegurança deve ser implementada com rigor em todas as operações, visando a minimização dos impactos sanitários, com a adoção de medidas preventivas, como a vacinação, a oferta de rações com foco na imunonutrição, a manutenção de boas condições de qualidade da água e o manejo adequado dos estoques de peixes. O uso mínimo de antibióticos e outros produtos farmacológicos também deve ser uma prioridade para garantir a sustentabilidade da produção aquícola.

O melhoramento genético para taxa de crescimento resulta em benefícios claros como a redução de custos fixos e de produção, devido à menor necessidade de manutenção. Para as características que não podem ser medidas em animais vivos, como por exemplo, características de carcaça, qualidade da carne ou resistência a doenças, o uso da seleção de família é importante, pois, a determinação destas características nos irmãos permitirá a estimativa dos valores genéticos com mais precisão (Gjedrem e Baranski, 2009). Para a aplicação da seleção de família é necessário conhecer o parentesco de cada animal e, conseqüentemente, é importante manter corretamente os registros genealógicos (Gjedrem; Baranski, 2009). Isto, geralmente, requer a marcação ou identificação individual dos animais, o que torna este processo mais oneroso em relação à seleção individual.

15.1 Melhoramento genético da tilápia

Os programas de melhoramento genético de tilápias e carpas são reconhecidos globalmente, especialmente no que diz respeito às espécies tropicais. *O World Fish Center* iniciou, em 1990, a seleção genética da tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), que se tornou um modelo de referência internacional. No Brasil, a partir da década de 1980, as pesquisas genéticas passaram a ter um impacto significativo na piscicultura nacional. O uso de técnicas genéticas clássicas e modernas possibilitou a manipulação genética de diversas espécies, resultando em variedades com vantagens produtivas para cultivo e comercialização (Porto Foresti et al., 2010).

Um exemplo de sucesso do melhoramento genético na piscicultura brasileira é a variedade de tilápia do Nilo GIFT (*Genetically Improved Farmed Tilapia*). A partir de 2005, essa variedade passou a ser utilizada em programas de melhoramento genético, como o desenvolvido pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), com foco na taxa de crescimento. Este programa teve apoio do projeto Macroprograma 1 – AquaBrasil, liderado pela Embrapa Pantanal (Oliveira et al., 2010).

A distribuição de alevinos melhorados tem sido mais eficiente, com diversos produtores adotando essas variedades geneticamente melhoradas, visando um aumento na produtividade e na rentabilidade. Essa linhagem GIFT, ganhou destaque também no estado de Mato Grosso do Sul, inicialmente, na microrregião da Grande Dourados, em que há um maior número de produtores e frigoríficos especializados na tilápia e, posteriormente, em outros municípios do estado. O melhoramento genético tem permitido um aumento significativo da taxa de crescimento dos peixes e melhor resistência a doenças, contribuindo para um maior sucesso nas operações aquícolas e no fortalecimento da cadeia produtiva de tilápia no estado.

Além disso, programas de capacitação e assistência técnica têm sido implementados para apoiar os produtores locais, garantindo que as novas tecnologias sejam corretamente aplicadas, promovendo a eficiência na produção e impulsionando ainda mais o crescimento do setor. Com o aumento da demanda tanto no mercado interno quanto no externo, a tilápia melhorada tem se consolidado como uma das principais apostas para o desenvolvimento da aquicultura em Mato Grosso do Sul, colocando o estado como um dos líderes na produção de tilápia no Brasil.

Por fim, há necessidade de que as pesquisas avancem agora em busca de uma tilápia mais resistente às enfermidades.

15.2 Produção e avanços no melhoramento genético de peixes nativos

A produção de peixes nativos ainda é baseada em material genético praticamente selvagem, proveniente de peixes capturados diretamente da natureza ou de gerações sucessivas de acasalamentos sem controle genético. São poucos os produtores que fazem algum controle sobre as matrizes e reprodutores do seu plantel e, em alguns casos, mesmo com alguma possibilidade de controlar, os cruzamentos acabam sendo ineficientes como ferramentas para manutenção de variabilidade genética na piscicultura. Além disso, é comum a realização de hibridações, muitas vezes arriscadas, entre espécies de um mesmo gênero, entre gêneros diferentes e entre espécies de bacias hidrográficas diferentes. Mas, infelizmente, não existem programas de melhoramento genético cientificamente bem estruturados para essas espécies nativas.

No Brasil, existem algumas iniciativas em andamento ou descontinuadas, como o programa de melhoramento genético para o tambaqui (*Colossoma macropomum*), iniciado em 2008. Esse programa ainda não se consolidou devido a uma série de desafios, como a falta de continuidade, a ausência de domínio tecnológico e a escassez de fomento público e privado. Embora tenha sido reiniciado recentemente, o programa ainda não obteve resultados consistentes nem gerado uma nova geração melhorada.

Em busca de alternativas para se manter competitivos, os produtores têm desenvolvido híbridos interespecíficos, com o objetivo de obter ganhos pela heterose. No entanto, essa abordagem tem limitações, pois a heterose pode não ocorrer em todas as condições de produção, e mesmo quando ocorre, os ganhos são restritos a uma única geração de cruzamento.

No Brasil, a região Centro-Oeste concentra boa parte da produção de peixes redondos, incluindo o pacu. A disponibilidade de um estoque genético mais produtivo é fundamental para otimizar os recursos e garantir maior eficiência na produção. Em indústrias bem estruturadas, o melhoramento genético é realizado em uma pequena "elite" de animais superiores, cujos melhores exemplares são multiplicados e disseminados no sistema de produção. Esses ganhos genéticos podem dobrar a taxa de crescimento em até

sete gerações, o que representa um avanço significativo, especialmente se comparado com animais terrestres. Isso ocorre devido à grande variação genética de peixes para a taxa de crescimento, aliada à sua alta fecundidade, o que permite a aplicação de uma intensa seleção genética.

No estado de Mato Grosso do Sul, em que a produção de tilápia do Nilo é predominante, principalmente na região da bacia do Paraná, a produção de peixes nativos é limitada, principalmente devido ao tempo de produção superior da tilápia melhorada. Por isso, a produção de peixes nativos precisa de pacotes tecnológicos completos para se tornar mais competitiva. A criação e manutenção de programas de melhoramento genético são essenciais para esse desenvolvimento. Em todas as espécies que possuem programas de melhoramento bem estruturados, os gargalos de produção são minimizados, e os obstáculos na cadeia produtiva são constantemente superados, contribuindo para um setor mais competitivo e sustentável.

15.3 Tecnologia disponível para aumentar a produtividade aquícola

A Embrapa desenvolveu a plataforma Aquaplus, que reúne ferramentas genéticas para várias espécies aquícolas produzidas no Brasil, como o tambaqui, a tilápia e o pirarucu. Essa plataforma visa otimizar o uso do material genético disponível, e no caso da tilápia, incorporar genética de fora do país, sempre com o objetivo de manter a pureza das espécies e evitar a redução da variabilidade genética no plantel. Com o suporte tecnológico da Embrapa, os produtores podem realizar testes de parentesco e pureza, evitando os cruzamentos consanguíneos e a formação de híbridos indesejados, o que é fundamental para garantir a qualidade dos alevinos e a saúde da produção aquícola.

O TambaPlus compreende um *chip* inovador que triplica a produtividade na criação de tambaquis em tanques aerados. Esse *chip* evita o cruzamento consanguíneo entre animais, garantindo a pureza genética da espécie e melhorando a performance dos reprodutores. A consanguinidade, que tem sido um dos maiores desafios enfrentados pelos criadores de tambaqui, pois causa perda de desempenho reprodutivo e afeta a qualidade dos alevinos, com impactos negativos na produção e no bem-estar dos peixes. Os serviços realizados pela Embrapa, dão suporte tecnológico aos produtores, e apontam entre outras variáveis, o grau de parentesco para evitar cruzamentos consanguíneos e a

análise do grau de pureza, pois isso, vai identificar híbridos e minimizar os cruzamentos que diminuem a variabilidade genética no plantel. O TambaPlus, por exemplo, permite que o melhoramento genético seja mais eficaz, resultando em uma produção de até 18 t/ha/ano, três vezes superior à média dos sistemas tradicionais.

Inovações tecnológicas dessa natureza não apenas contribuem para o aumento da produtividade e da qualidade do pescado, mas também fortalecem a cadeia produtiva, permitindo que o Brasil mantenha sua competitividade no mercado global, enquanto se preocupa com a sustentabilidade e a saúde do setor.

Ferramenta semelhante está sendo testada para o pacu (comunicação pessoal) e será um grande avanço para a produção de redondos no Mato Grosso do Sul. Além disso, tratativas entre instituições de ensino superior e Governo do Estado estão em andamento para a implantação de um programa de melhoramento genético do pacu para o MS, a partir de 2025.

16 Oportunidades, desafios e tendências do setor aquícola

A piscicultura brasileira tem muito potencial para crescer mais e se consolidar dentro do agronegócio, atendendo a um mercado consumidor que, cada vez mais, apresenta interesse por produtos saudáveis. O peixe é visto como um alimento benéfico para a saúde, então, essa percepção, pode colocar essa proteína aquática como o seu principal alvo para consumo. A tilápia, por exemplo, já está apresentando um quadro muito positivo, em relação ao peixe de captura, no entanto, ainda há uma oportunidade significativa para que os peixes nativos se apropriem desse cenário, ampliando a diversidade e a competitividade do setor aquícola, em especial, no Mato Grosso do Sul.

O setor apresenta um leque de oportunidades, mas também se depara com uma gama enorme de desafios a serem vencidos. Como a aquicultura nacional é muito dependente de ambientes abertos, pois é praticada em tanques escavados em sua maior parte, ou então, em tanques-rede, a atividade é vulnerável às mudanças climáticas e outros desafios ambientais, os quais trazem muita incerteza e risco para os produtores aquícolas de uma maneira geral.

Outro aspecto crítico que demanda esforços é a busca por melhores condições sanitárias para os peixes de cultivo. Há necessidade ímpar de um avanço na proteção contra doenças com desenvolvimento de vacinas comerciais e mesmo autógenas, tendo em vista o status atual da tilapicultura, com enfermidades virais e bacterianas emergentes. Questões sanitárias são especialmente relevantes tanto para a tilapicultura quanto para a produção de peixes nativos, exigindo esforços para garantir condições adequadas de cultivo e minimizar o impacto de doenças. Os potenciais riscos associados às enfermidades exigem dos produtores aquícolas a adoção de práticas de biossegurança tanto na produção de larvas e alevinos, como no setor de engorda/terminação e também no uso de equipamentos e estruturas de um sistema produtivo para outro, como por exemplo, a transferência de tanques-rede, aeradores, redes de despesca entre ambientes ou tanques. Medidas de biossegurança e biosseguridade não eram comuns na atividade aquícola, porém, agora a implementação das mesmas é estritamente necessária. Investir em rastreabilidade e cumprimento de normas sanitárias, como, por exemplo, o boletim

sanitário, se torna cada vez mais primordial para garantir a segurança dos produtos e atender às regulamentações.

Ademais, a formação de mão de obra qualificada, é essencial para o crescimento sustentável da atividade, apresentando os manejos mais adequados e procedimentos assertivos em diferentes condições de cultivo. Por isso, há necessidade de incessantes e incansáveis cursos de capacitação para atingirmos maior número de profissionais e mão-de-obra qualificada para garantir a saúde e o bem-estar dos organismos aquáticos. As capacitações e treinamentos devem acontecer na esfera mais técnica, com os agentes extensionistas, fiscais e responsáveis técnicos, mas também na esfera dos trabalhadores que mantêm a rotina nas atividades aquícolas. Outra estratégia seria intensificar o conteúdo sobre produção aquícola em escolas de ensino médio com cursos técnicos na área rural.

Assim como ocorre em nível nacional, a piscicultura em Mato Grosso do Sul enfrenta desafios específicos para se consolidar como uma atividade econômica de destaque. O estado tem demonstrado crescimento e inovação no setor, mas precisa avançar em aspectos como sustentabilidade ambiental, controle sanitário e eficiência produtiva para garantir competitividade.

A profissionalização da atividade deve ser prioridade. Independentemente do porte do empreendimento, a piscicultura deve ser tratada como um segmento estratégico do agronegócio, com monitoramento sistemático da qualidade da água, acompanhamento do crescimento dos peixes, com registros diários bem realizados. A automação dos processos para reduzir o manejo direto e mitigar o estresse dos peixes não deve ser descartada nem pelos pequenos produtores.

Essa organização da cadeia produtiva é essencial, e embora o cooperativismo e a atuação de grandes frigoríficos estejam bem estabelecidos no Sul e Sudeste do país, a piscicultura de peixes nativos em Mato Grosso do Sul ainda apresenta uma estrutura fragmentada, com predominância de pequenos produtores, sem economia de escala e com incertezas na comercialização. O cenário pode ser um pouco diferente na Grande Dourados e na Costa Leste, onde se encontram frigoríficos e fábricas de ração e é observada grande produção de tilápia de forma melhor organizada. No entanto, outras regiões carecem de investimentos em infraestrutura para processamento e

comercialização. O fortalecimento dessas áreas com presença maior de indústrias de ração e frigoríficos, pode melhorar a organização da cadeia e promover um crescimento mais uniforme em todas as regiões.

Um dos entraves econômicos recorrentes para a expansão da piscicultura em Mato Grosso do Sul é o custo elevado da ração, em grande parte devido à importação desse insumo de outros estados, como São Paulo e Paraná. Embora haja fábricas locais, o custo de produção permanece alto, e uma redução da carga tributária sobre as rações de peixe seria essencial para tornar a piscicultura mais acessível e competitiva. Nesse sentido, a criação de economias de escala e a diversificação da produção poderiam auxiliar na expansão do mercado e na estabilização dos preços.

A comercialização de pescado em Mato Grosso do Sul ocorre principalmente em supermercados e peixarias, com um consumo interno ainda baixo. Campanhas de incentivo ao consumo de peixes de cultivo e à conscientização da população sobre os benefícios do pescado podem ajudar a promover a piscicultura e, ao mesmo tempo, reduzir a pressão sobre a pesca extrativista.

A piscicultura no estado é centrada na tilápia, cuja produção é limitada pela legislação ambiental às áreas da Bacia do Paraná. Diante desse cenário, há uma oportunidade para impulsionar a produção de espécies nativas nas regiões banhadas pela Bacia do Paraguai, por meio de políticas públicas voltadas para esse propósito. Mato Grosso do Sul já se destacou pela reprodução induzida de espécies como pacu, pintado e cachara, mas o setor precisa de incentivo para recuperar o fôlego e ampliar sua participação na piscicultura nacional. Há necessidade de aumentar o número de laboratórios de reprodução, bem como aumentar a produção de larvas e alevinos nas empresas já consolidadas, tanto de peixe nativo, como de tilápia.

A piscicultura em Mato Grosso do Sul, assim como no Brasil, tem condições de crescer de forma sustentável, diversificada e competitiva. Para isso, é fundamental o fortalecimento da cadeia produtiva, a implementação de políticas públicas que promovam a produção de espécies nativas, em especial nas regiões banhadas pela Bacia do Paraguai e o aprimoramento das condições sanitárias. Com uma abordagem integrada e um planejamento estratégico, a piscicultura poderá se consolidar como um componente

importante do agronegócio estadual, oferecendo produtos de qualidade ao consumidor e contribuindo para a economia regional e nacional.

17 Comparação com padrões internacionais de competitividade

Para avaliar a competitividade da piscicultura no estado de Mato Grosso do Sul em relação aos padrões internacionais, é necessário analisar alguns fatores, tais como custo de produção, eficiência de operação, sanidade, rastreabilidade, infraestrutura e sustentabilidade ambiental.

O custo de produção no estado ainda é elevado, em grande parte devido à dependência de ração importada de outros estados como São Paulo e Paraná. Esse fator aumenta o preço final do produto e reduz a competitividade local, em comparação com regiões que possuem maior autossuficiência em insumos. Em países como o Vietnã e o Chile, grandes produtores de peixes de cultivo, os custos de insumos são mais baixos graças a políticas de incentivo e uma estrutura integrada de cadeia produtiva. Empresas locais têm acesso facilitado a matérias-primas com preços reduzidos, possibilitando economia de escala e favorecendo a exportação, dificuldade observada em Mato Grosso do Sul, principalmente em função das grandes distâncias entre os municípios.

Em relação às tecnologias, a piscicultura no MS é majoritariamente composta por pequenas propriedades, que carecem de tecnologia avançada e infraestrutura adequada para produção em larga escala. Embora as regiões da Grande Dourados e Costa Leste estejam mais organizadas, o estado ainda enfrenta desafios na aplicação de tecnologias que reduzam o manejo direto e o estresse dos peixes. Já em países como Noruega e Canadá são utilizados sistemas de recirculação de água (RAS) e tecnologias avançadas em automação e controle de qualidade, que aumentam a eficiência e reduzem o impacto ambiental. O Chile é outro bom exemplo de país que utiliza tecnologia na produção piscícola. Esses sistemas permitem uma produção mais estável e controlada, facilitando a escalabilidade e garantindo a qualidade do produto final.

Embora o MS esteja avançando na produção de tilápias em tanques-rede de grande volume, ainda há muito para crescer quanto aos avanços tecnológicos,

principalmente no que diz respeito ao reuso da água. A produção de peixes em sistemas abertos torna a atividade vulnerável às mudanças climáticas e à gestão de resíduos ambientais. Ainda, a legislação ambiental limita a produção de espécies exóticas, como a tilápia, a áreas específicas da Bacia do Paraná, reduzindo o potencial produtivo de outras regiões banhadas pela Bacia do Paraguai. A piscicultura em países como Dinamarca e Islândia é altamente regulamentada em termos ambientais. Em geral, esses países promovem a sustentabilidade por meio de sistemas fechados e recirculação de água, além de práticas de conservação de ecossistemas locais. A adoção de certificações internacionais, é uma alternativa inteligente de garantir que a produção ocorra em conformidade com rigorosos padrões de sustentabilidade.

A segurança sanitária é uma área com necessidade de melhorias para que o estado se alinhe aos padrões globais. Apesar dos esforços locais, há uma carência de programas sistemáticos de prevenção a doenças e de produção de vacinas específicas. Além disso, a rastreabilidade ainda está em fase de desenvolvimento para atender demandas de exportação. Em países como a Noruega e, mesmo na salmonicultura do Chile, um país sul-americano, a certificação sanitária é rigorosa, com rastreabilidade de toda a cadeia de produção, da fase inicial de berçário ao produto final. Para mais, sistemas de gestão sanitária garantem a redução de surtos de doenças e asseguram a qualidade para mercados externos, especialmente para exportação à União Europeia.

Um dos maiores desafios que o estado de Mato Grosso do Sul enfrenta é de logística, embora tenha proximidade com os mercados do Centro-Oeste e da região Sul. Isso se deve, principalmente, pela ausência de indústrias de processamento de ração em larga escala e frigoríficos estrategicamente distribuídos, condições que limitam o processamento e a distribuição eficiente do pescado, com impacto direto na competitividade frente a outros mercados. A cadeia produtiva do pescado nos Estados Unidos da América está bem organizada, com cooperativas e redes de frigoríficos que facilitam o processamento e a distribuição. Essa infraestrutura logística otimizada, reduz custos e melhora a qualidade dos produtos transportados.

No Brasil e no estado de Mato Grosso do Sul, as políticas públicas, em geral, são vistas como insuficientes para impulsionar a piscicultura em um cenário competitivo. No MS, há avanços pontuais, mas apesar dos esforços do Governo do Estado, ainda são

necessárias políticas mais estruturadas para crédito, redução de tributos e assistência técnica. Na União Europeia e na China, políticas de subsídios, financiamentos de longo prazo e incentivos fiscais são amplamente oferecidas, reduzindo custos e estimulando a competitividade. Essas políticas possibilitam o desenvolvimento rápido do setor e favorecem a inovação.

Para que a piscicultura de Mato Grosso do Sul alcance os padrões internacionais de competitividade, são necessárias melhorias estruturais e políticas, incluindo redução de custos com ração, avanços em sanidade, introdução de tecnologias de monitoramento e automação, e desenvolvimento de um sistema integrado de rastreabilidade. Fortalecer a cadeia produtiva, com melhor organização e maior profissionalização, também permitirá que a piscicultura no estado se aproxime dos níveis de eficiência e sustentabilidade observados em líderes globais do setor.

18 Indicações de potenciais polos de produção a serem trabalhados pelo Rotas de Integração Nacional (critérios de definição de pólos)

A microrregião de Campo Grande já demonstra, atualmente, vocação para a área da piscicultura, tanto com empresas destacadas na produção de nativos, como para os pequenos produtores. Com a formalização e cadastramento das vendas a varejo, presença de pesque e pague/pesqueiros, pode expandir o potencial existente e se consolidar na produção aquícola.

A microrregião do Bolsão é o grande destaque na piscicultura do MS, pela produção de tilápias em tanques-rede, portanto, para os médios e grandes produtores, torna-se essencial pensar em benefícios para aumento de produção, tais como automação nos manejos, aumento do uso de tecnologias e benefícios também para a venda do peixe para fora do estado, entre outros.

A microrregião do Pantanal carrega duas grandes vertentes que podem ser a grande diferença em relação ao restante do estado. Em função da restrição na legislação ambiental, só podem ser produzidas, em tanques, as espécies da Bacia do Paraguai, o que é atrativo para ser um polo de produção de peixes nativos. Entretanto, precisa organizar praticamente todos os elos da cadeia, principalmente para atender pequenos produtores.

Outro ponto que se destaca é que a região do Pantanal é a única que produz outro organismo aquático que não seja o peixe. Com forte apelo ambiental e prezando pela sustentabilidade em todos os pilares, a cadeia produtiva do jacaré deve se consolidar na região.

19 Propostas estratégicas para o futuro da cadeia produtiva da piscicultura em Mato Grosso do Sul

I. Trabalho unificado entre órgãos locais

Embora a aquicultura, em especial a piscicultura, apresente uma crescente dispersão por todas as microrregiões de Mato Grosso do Sul e seja cada vez mais relevante para a economia local e nacional, sobretudo nos últimos anos, o setor ainda carece de informações consolidadas sobre sua produção. Há uma grande carência de dados produtivos confiáveis, cujos registros são insuficientes ou inadequados, tanto por parte dos produtores quanto dos órgãos de extensão e fiscalização. Portanto, promover uma colaboração mais integrada entre órgãos como IMASUL, AGRAER e IAGRO, para criação de uma base de dados comum, atualizada e de acesso público.

Um banco de dados unificado permitiria consolidar as informações do setor, facilitando a tomada de decisões e a criação de políticas públicas eficazes. Essa ferramenta tornaria mais fácil as proposições de trabalho com os países que fazem fronteira com o Mato Grosso do Sul, em especial, aqueles que dividem uma mesma bacia hidrográfica ou reservatórios de usinas hidrelétricas. Acordos internacionais com países vizinhos, principalmente agora com a implantação da Rota de Integração Latino-Americana (RILA), seria mais simples, mais rápido e mais barato, por exemplo, se houvesse uma maneira do órgão de um país aceitar os métodos de avaliação do outro e validar os registros.

II. Mapeamento da aquicultura com tecnologia avançada

Realizar o mapeamento das atividades aquícolas por meio de tecnologias como imagens de satélite, cruzadas com levantamentos de campo. O uso da metodologia de imagens por satélite implementada na Plataforma *Google Earth Engine (GEE)* pode melhorar consideravelmente a compreensão espacial da aquicultura estadual, dar precisão no espaço produtivo do estado, ajudar a definir, de forma mais assertiva, as regiões com potencial para expansão da piscicultura tradicional, monitorar a expansão do setor aquícola e minimizar a abertura de tanques para piscicultura em áreas indevidas e seus

impactos ambientais. Em uma publicação recente, em 2024, o estado do Paraná teve todo o seu território mapeado para as áreas com tanques de cultivo de peixe.

III. Implementação de políticas de apoio ao cultivo de espécies nativas

O cultivo de espécies nativas como pacu e pintado, enfrenta dificuldades devido à falta de políticas de incentivo e atenção por parte das autoridades estaduais. É necessário definir um modelo de negócios atrativo para o investimento da iniciativa privada que priorize a preservação ambiental, promovendo a geração de empregos e fortalecendo a economia local. Estados que adotaram essa abordagem mostram resultados promissores.

IV. Aprimoramento do aproveitamento da tilápia e subprodutos.

Atualmente, o foco na produção de filés de tilápia (com rendimento entre 29% e 34%) resulta em grande quantidade de subprodutos, que vão principalmente para farinha e óleo. No entanto, há grande potencial para agregar valor a esses subprodutos, como filé de barriga, carne moída e carne separada mecanicamente, que podem ser utilizados em produtos como bolinhos, *nuggets*, quibes, hambúrgueres e linguiças. Esses produtos oferecem opções de preparo rápido e prático, alinhados com a preferência dos consumidores.

V. Expansão da oferta de produtos de valor agregado

Algumas indústrias já começaram a disponibilizar produtos prontos de maior valor agregado, como pratos preparados à base de tilápia, mas o potencial para diversificação ainda é enorme. A criação de produtos como bolinhos e *nuggets* prontos para consumo poderia atender à crescente demanda do setor de bares e restaurantes, fortalecendo o mercado interno.

VI. Promoção e *marketing* do setor com foco nas espécies produzidas

Com a criação/fortalecimento das associações estaduais e nacionais de piscicultura e o uso de ferramentas de comunicação *online*, campanhas publicitárias

institucionais e acessíveis poderiam promover a piscicultura em Mato Grosso do Sul, destacando a qualidade e os benefícios dos produtos locais. Isso poderia aumentar o consumo e a visibilidade do pescado no mercado interno e externo.

VII. Apoio ao cooperativismo e associativismo

Incentivar a formação de cooperativas e associações de piscicultores permite melhorar a negociação de preços, facilita o acesso a insumos e cria canais de distribuição mais eficientes. O fortalecimento dessas organizações é essencial para pequenos e médios produtores que desejam expandir seus negócios e obter melhores condições de mercado.

VIII. Ampliação de linhas de crédito e incentivos fiscais

É necessário ampliar o acesso a crédito para piscicultores de pequeno e médio porte, com juros baixos e prazos vantajosos, e oferecer isenções fiscais para insumos essenciais, como ração. Essa medida pode reduzir os custos e facilitar o crescimento dos empreendimentos no setor.

IX. Inovação tecnológica e gestão profissional

A adoção de novas tecnologias como inteligência artificial para monitoramento de qualidade da água e sistemas de manejo automatizados, pode otimizar a produtividade e reduzir custos. Esse investimento em inovação, aliado a uma gestão profissional, aumentará a competitividade e a eficiência dos empreendimentos de piscicultura.

X. Implementar a certificação

Programas de certificação ambiental que assegurem práticas sustentáveis na produção são cada vez mais demandados por consumidores e mercados externos. Certificações podem agregar valor ao pescado sul-mato-grossense, fortalecer a presença no mercado internacional e assegurar o comprometimento com práticas ambientalmente responsáveis.

XI. Estimular o consumo local e expandir o mercado internacional

Campanhas para incentivar o consumo local de peixes podem consolidar um mercado interno forte, enquanto programas de exportação podem explorar o potencial de Mato Grosso do Sul como exportador de pescado. Aproveitar acordos comerciais e certificações pode ampliar o alcance dos produtos do estado em mercados internacionais. Com foco nos peixes nativos, o estado pode aproveitar o Pantanal, patrimônio da humanidade, para explorar o viés da sustentabilidade ambiental, incentivando o aumento do consumo dos peixes nativos produzidos em piscicultura. Na Rota Serra e Charme Paxixi, recentemente apresentada ao público com muitos empreendimentos, a culinária da região tem tido grande destaque. Essa é, por exemplo, uma excelente oportunidade para dar visibilidade ao consumo de peixes nativos.

Essas iniciativas, somadas ao comprometimento do setor e ao apoio governamental, podem transformar a piscicultura em Mato Grosso do Sul em um setor altamente competitivo, sustentável e alinhado às demandas econômicas e ambientais, garantindo um crescimento robusto e duradouro para a região.

20 Considerações finais

Aliada aos dados estatísticos coletados e disponibilizados pelo IBGE, ao longo dos últimos 10 anos, a coleta de dados conduzida pela PeixeBR, sobre a evolução da piscicultura no Brasil, revela informações importantes que demandam uma análise cuidadosa dos avanços, além de apontar tendências e desafios para o setor. Em Mato Grosso do Sul, um dos estados em destaque na piscicultura nacional, essas tendências tornam-se ainda mais relevantes. É possível destacar que:

Assim como no Brasil, em geral, a cadeia produtiva da tilápia e a dos peixes nativos no MS apresentam realidades bem distintas. Enquanto a tilapicultura avança em maturidade e competitividade, a criação de peixes nativos ainda carece de bases mais robustas para seu desenvolvimento, em parte devido ao foco de políticas e investimentos direcionados principalmente à tilápia. Dados levantados com este estudo indicam que o cultivo de peixes nativos como o pacu e o pintado ainda enfrenta desafios específicos de mercado e tecnologia em comparação à tilapicultura, que conta com uma dinâmica mais consolidada. Entretanto, chama a atenção o fato da diversidade de espécies nas pisciculturas Sul-mato-grossense e, portanto, a necessidade imediata de aproveitamento do potencial dessas espécies, seja para consumo, seja para o setor turístico, como é o caso das espécies usadas como isca viva, seja para o mercado de ornamentais.

A tilapicultura Sul-mato-grossense também avançou significativamente com o desenvolvimento tecnológico em genética e nutrição e, em menor grau, em sanidade. Iniciativas como o fortalecimento do setor por empresas locais e o apoio de instituições de pesquisa, contribuem para a elevação da produtividade no estado. Esses avanços estão alinhados com o cenário nacional e incluem a adoção de inteligência artificial, melhoramento genético e tecnologias para manejo sanitário.

Os avanços na produção de tilápia em Mato Grosso do Sul também cobrem toda a cadeia produtiva. Nos últimos anos, o estado recebeu investimentos de empresas de nutrição, saúde animal e equipamentos, muitas delas com tradição em outras cadeias, como as de suínos e aves. A competitividade da produção tem permitido que MS se posicione entre os principais estados produtores de tilápia, com crescimento contínuo da produção anual.

O consumo de tilápia cresceu no mercado interno e externo, e MS tem contribuído para essa expansão. A demanda por tilápia no mercado local aumentou, acompanhando o aumento nacional, com consumo per capita elevado tanto para o mercado interno quanto externo. Além disso, Mato Grosso do Sul tem ampliado suas exportações, com a participação de empresas do estado que se destacam no cenário nacional e exploram novos mercados internacionais, estimuladas por políticas estaduais que incentivam as exportações.

O estado de Mato Grosso do Sul também tem evoluído para estimular investimentos e oferecer mais segurança jurídica. A atualização da legislação ambiental pelo IMASUL tem facilitado o licenciamento e o Governo Federal modernizou a legislação e agilizou os processos de Cessão em Águas da União para a aquicultura. Ademais, o estado conta com iniciativas para facilitar o acesso ao crédito para produtores de pescado, incluindo linhas de financiamento específicas e subsídios, que impulsionam a produção local e contribuem para o fortalecimento do setor no estado.

Apesar dos avanços, o setor de piscicultura no Brasil ainda enfrenta desafios significativos que exigem uma abordagem estratégica e colaborativa. Esses desafios incluem:

- Aumentar expressivamente a produção de peixes nativos. Explorar a diversidade de espécies com potencial notável para a piscicultura, principalmente nas regiões em que a tilápia não pode ser produzida;

- Ampliar a assistência técnica para aquicultores familiares. Essas melhorias ajudariam a atrair mais investimentos e fortalecer o setor de forma sustentável em todo o Estado;

- Consolidar modelos sustentáveis de produção. Assegurar práticas que respeitem o meio ambiente e promovam responsabilidade social serão cada vez mais fundamentais para manter o acesso a mercados rigorosos e em expansão. A exigência de tratamentos de efluentes e gestão de resíduos pode ser um bom começo para as pisciculturas do estado;

- Fortalecer a organização da cadeia produtiva. A verticalização e a integração do setor, além da ampliação do cooperativismo e associativismo que são indispensáveis para o fortalecimento da cadeia produtiva. Fortalecer a cooperação entre empresas,

cooperativas e aquicultores onde ela já existe e implementar essa cooperação em locais que ainda não sabem trabalhar dessa forma. Essa organização vai permitir que o setor se torne mais resiliente e competitivo;

- Intensificar a gestão tecnológica e profissional. A adoção de tecnologias avançadas e uma gestão mais profissional são cruciais para reduzir custos e aumentar a produtividade, a rentabilidade e a competitividade. Investimentos em automação, inteligência artificial e práticas gerenciais modernas podem melhorar significativamente os resultados dos empreendimentos de piscicultura;

- Desenvolver modelos de produção inclusivos. Com o aumento da tecnificação e da competitividade, é necessário promover políticas inclusivas para que pequenos e médios aquicultores não sejam excluídos;

- Priorizar sanidade e biossegurança. Adotar padrões elevados de sanidade e biossegurança é essencial para o sucesso do setor. Esse compromisso deve ser compartilhado entre o setor privado e o governo, com programas focados que garantam práticas seguras e minimizem riscos de doenças, protegendo a produção e assegurando sua qualidade.

Referências

AHMED, N.; TURCHINI, G. M. Recirculating aquaculture systems (RAS): Environmental solution and climate change adaptation. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 297, p. 126604, 2021. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.126604.

ANTUNES, J. F. G.; ESQUERDO, J. C. D. M. Classificação sub-pixel de séries temporais de dados MODIS para a quantificação de áreas inundadas do Pantanal. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 6., 2014, São José dos Campos. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 2014. p. 325-335. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1000763>. Acesso em: 28 nov. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA (PEIXE BR). **Anuário da Piscicultura**. São Paulo: Peixe BR, 2022.

ASTOLFI, A. C. M. N. ***Dendrocephalus brasiliensis* (Crustacea: Anostraca) hatching egg capacity in different water treatments**. 2022. Tese (Doutorado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS, Campo Grande, MS, 2022.

ASTOLFI, A. C. M. N. et al. Recognizing and counting *Dendrocephalus brasiliensis* (Crustacea: Anostraca) cysts using deep learning. **PLoS One**, San Francisco, v. 16, n. 3, p. e0248574, mar. 2021. DOI: 10.1371/journal.pone.0248574.

BELLINATE, B. K. A. et al. Intestinal morphometry and cell density features in tropical farmed fish: A methodological approach. **Anatomia, Histologia, Embryologia**, [S.l.], p. 1-12, 2023. DOI: 10.1111/ahe.12901

BNDES. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 35, p. 421-463, mar. 2012. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1524>. Acesso em: 28 nov. 2022.

BORRO CELESTRINO, R.; VIEIRA, S. C. Sistema aquapônico: uma forma de produção sustentável na agricultura familiar e em área periurbana. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, SP, v. 4, n. 1, p. 71-85, 2018. Disponível em: <https://owl.tupa.unesp.br/recodaf/index.php/recodaf/article/view/70>. Acesso em: 9 out. 2024.

BORSCHIVER, S.; TAVARES, A. S. (org.). **Catalisando a economia circular: conceitos, modelos de negócios e sua aplicação em setores da economia**. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ, 2022. 183 p.

BORTH, M. R. Classificação Automática de Espécies de Peixe Utilizando Reconhecimento Sintático de Padrões, 2017. Disponível em: <https://site.ucdb.br/public/md-dissertacoes/1018253-doutorado-marcelo-rafael-borth.pdf>

BORTH, M. R. et al. Análise da Extração de Atributos do Algoritmo SURF em Espécies de Peixe. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 6., 2013, Ponta Porã, MS. **Anais**. Ponta Porã, MS, 2013. p. 1-10

BRASIL. Banco Central do Brasil. **Manual de Crédito Rural (MCR)**. Atualização MCR n. 694, de 7 de maio de 2021. Brasília, DF: BCB, 2021. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/mcr/completo>. Acesso em: 27 nov. 2024.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. Secretaria de Trabalho. **Relação Anual de Informações Sociais (RAIS)**. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <http://pdet.mte.gov.br/microdados-rais-e-caged>. Acesso em: 22 abr. 2023.

CARLSEN, H. V.; MAGALHÃES, L. A.; FARIAS, A. R.; FONSECA, M. F. Mapeamento de unidades de produção aquícola no Estado de Mato Grosso usando técnicas de geoprocessamento. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13., 30-31 jul. 2019, Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP: [s.n.], 2019. ISBN 978-85-7029-149-3.

CARVALHO, M. B.; FILHO, C. P.; DALAZEN, J. R. Reaproveitamento de efluentes da criação de pirarucu (*Arapaima gigas*) na irrigação agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL APLICADA E GESTÃO TERRITORIAL, 4., 2014, Porto Velho. **Anais**. Porto Velho: Instituto AICSA, 2014. p. 136-138.

CENTRO DE LIDERANÇA PÚBLICA (CLP). **Ranking de competitividade entre os estados**. São Paulo: Tendências Consultoria, 2024.

COMEXSTAT/MDIC. BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. **Comex Stat: Plataforma de Consultas e Extrações de Dados Estatísticos do Comércio Exterior Brasileiro**. Brasília, DF: MDIC, 2023. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Acesso em: 20 abr. 2023.

COSTA JÚNIOR, A. I. C. et al. Características morfométricas do pintado em diferentes classes de peso. **Nature and Conservation**, [S.l.], v. 14, n. 2, p. 56-65, 2021. DOI: 10.6008/CBPC2318-2881.2021.002.0006.

CURVO, L. R. V. et al. Techniques using ImageJ for histomorphometric studies. **Research, Society and Development**, [S.l.], v. 9, n. 11, p. e1459119586, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i11.9586.

DIAZ, F.; KOIRO, L.; ROMAGNOLI, F. Avaliação do ciclo de vida ambiental e econômico de potenciais medidas de eficiência energética na cadeia de abastecimento de pescado da Letônia. **Future Foods**, v. 6, p. 100203, 2022.

DOS SANTOS NASCIMENTO, M.; PEREIRA, S. J. B.; DOS SANTOS, R. F.; VIEIRA, A. M. Avaliação e caracterização do processo de compostagem de resíduos de peixes. **Pubvet**, v. 12, n. 133, 2018.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DE MATO GROSSO DO SUL (FAMASUL). **Boletim Piscicultura**. Campo Grande, MS: FAMASUL, 2023. n. 3. Disponível em:
https://portal.sistemafamasul.com.br/sites/default/files/boletimcasapdf/BOLETIM_PISC
. Acesso em: 01 dez. 2023.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DE MATO GROSSO DO SUL (FAMASUL). **Boletim Piscicultura**. Campo Grande, MS: FAMASUL, 2023. n. 3. Disponível em:
https://portal.sistemafamasul.com.br/sites/default/files/boletimcasapdf/BOLETIM_PISC
. Acesso em: 21 nov. 2023

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The State of World Fisheries and Aquaculture: sustainability in action**. 1 Rome: FAO, 2022. ISBN 978-92-5-132692-3.

FRANÇA, A. C. **Do peixe ao recurso: as territorialidades da piscicultura em Dourados-MS**. 2013. 134 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2013.

FRANÇA, A. C. Pensar a natureza para compreender o peixe como recurso. **Revista Caribeña de Ciencias Sociales**, [s.l.], n. 2015, p. 02, fev. 2015. Disponível em:
<https://www.eumed.net/rev/caribe/2015/02/peixe-recurso.pdf>. Acesso em: 20 abr.. 2021.

FREITAS, U. de P. **Identificação de espécies de peixes utilizando histogramas de palavras visuais em imagens coloridas**. 2015. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Faculdade de Computação (FACOM), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2015. Disponível em:
<https://repositorio.ufms.br/bitstream/123456789/2335/1/U%c3%a9lton%20de%20Paula%20Freitas.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2024.

FREITAS, U. de P.; TELLES, R. S.; SILVA, G. G. da; PISTORI, H. Fish Species Recognition using Template Matching and Local Descriptors. In: WORKSHOP DE VISÃO COMPUTACIONAL (WVC), 11., 2015, São Carlos. **Anais Workshop De Visão Computacional**. São Carlos: [s.n.], 2015. p. 1-8.

GRANCE, D. L. **Detecção de espécies de peixes do Aquário do Pantanal usando Visão Computacional**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) - Faculdade de Computação (FACOM), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2023. Disponível em:
<https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/6229>. Acesso em: 27 abr. 2024

GUIMARÃES, K. C. D. BUENO, G. W.; SILVA JÚNIOR, J. J.; JUNQUEIRA, A. M. R.; TROMBETA, T. D. Crédito rural para aquicultura: o desenvolvimento da atividade

com recursos do plano safra (revisão de literatura). **Revista Observatorio de La Economía Latinoamericana**, Curitiba, v.22, n.2, p. 01-19. 2024.

INAMASU, R. Y. et al. **Agricultura de Precisão**: um novo olhar. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2011, 334 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html>. Acesso em: 22 mar. 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Ipeadata. Macroeconômico**. Brasília, DF: Ipea, 2023. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>. Acesso em: 28 abr. 2023.

LIMA, F. N. et al. **Contagem automática de micronúcleos em células de peixes**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em [nome do curso]) - Faculdade de [nome da faculdade], Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/2892>. Acesso em: 27 nov. 2024.

MACHADO, C. A. C. **Identificação das incertezas de produção nos elos da cadeia de suprimentos da piscicultura na região de Dourados/MS**. 2011. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2011.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Estudo de Dimensão Territorial do Estado de Mato Grosso do Sul** - Regiões de Planejamento. Campo Grande, MS: SEMADE, 2015. 91 p.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico (SEMADE). **Estudo da Dimensão Territorial do Estado de Mato Grosso do Sul**: Regiões de Planejamento. Campo Grande, MS: SEMADE, 2015. 147 p.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, das Cidades, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia (SEMACE). **Zoneamento Ecológico-Econômico de Mato Grosso do Sul (ZEE-MS)**. Campo Grande, MS: SEMACE, 2009.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e da Tecnologia. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Mato Grosso do Sul**. 1. ed. Campo Grande: UEMS, 2010.

OBOH, A. Diversification of farmed fish species: A means to increase aquaculture production in Nigeria. **Reviews in Aquaculture**, v. 14, n. 4, p. 2089-2098, 2022.

OLIVEIRA JUNIOR, A. da S. et al. An Investigation of Parameter Optimization in Fingering Counting Problems. In: WORKSHOP DE VISÃO COMPUTACIONAL

(WVC), 2021. **Anais**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 7-12. DOI: 10.5753/wvc.2021.18881.

OLIVEIRA, G. de. **Pecuária de precisão como fator de desenvolvimento local da região do Alto Taquari**. 2017. 101 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Local) - Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, MS, 2017. Disponível em: <http://www.gpec.ucdb.br/pistori/orientacoes/planos/gilberto2017.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2024.

OSTI, J. A. S.; MERCANTE, C. T. J. Inland water aquaculture: The role of good management practices and the use of ecotechnologies for the sustainability of the activity. **Seven Editora**, [S. l.], p. 24–37, 2024. Disponível em: <https://sevenpublicacoes.com.br/editora/article/view/4527>. Acesso em: 27 nov. 2023.

PACHE, M. C. B. et al. Aquaculture and innovation based on interactive learning processes: Pacu Project in Terenos, MS. **Interações (Campo Grande)**, v. 23, n. 2, p. 595-612, 2022.

ROCHA, C. M. et al. **Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira**. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.48, n.8, p. iv-vi, 2013. DOI: 10.1590/S0100-204X2013000800

SAINT-PAUL, U. Native fish species boosting Brazilian's aquaculture development. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2017. <https://doi.org/10.2312/Actafish.2017.5.1.1-9>

SEMAGRO. **Contas Regionais Relatórios do PIB**. 2020. Responsável: Renato Prado Siqueira. Disponível em: <http://www.semadesc.ms.gov.br/contas-regionais-relatorios-do-pib/>. Acesso em: 17 abr. 2023.

SEMAGRO. **Contas Regionais Relatórios do PIB**. 2022. Responsável: Renato Prado Siqueira. Disponível em: <http://www.semadesc.ms.gov.br/contas-regionais-relatorios-do-pib/>. Acesso em: 17 abr. 2023.

SEMAGRO. **Mato Grosso do Sul se mantém líder na exportação de tilápia no terceiro trimestre de 2021**. <https://www.semadesc.ms.gov.br/ms-se-mantem-na-lideranca-da-exportacao-de-tilapia-no-primeiro-semester-de-2021>. Acesso em 15 nov. 2022.

SOARES C. C.; VIEIRA, C. L. R.; DE OLIVEIRA. P. Visão computacional e áreas correlatas: aplicações das geotecnologias em estudos ambientais. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, 2018.

SOARES, B. V.; TAVARES-DIAS, M. Espécies de *Lippia* (Verbenaceae), seu potencial bioativo e importância na medicina veterinária e aquicultura. **Biota Amazônia**, v. 3, n. 1, p. 109-123, 2013.

SORDI, V. F.; VOLPATO JUNIOR, P. E. AGTECHS: estado da arte e perspectivas. **International Journal of Knowledge Engineering and Management**, v. 9, n. 24, p. 24-24, 2020.

TORRES, S. M.; PEREIRA, F. A.; SOUZA, C. C.; FERREIRA, M. B. Analysis of the efficiency of pisciculture production in the region of Dourados – MS. **Revista Espacios**, v. 38, n. 52, p. 26, 2017.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA). **Preços da tilápia**. Piracicaba, SP: CEPEA, 2023. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/tilapia.aspx>. Acesso em: 15 abr. 2023.

VIEIRA, L. R. et al. Addition Probiotics on Captive Fish Nutrition the benefits, water quality and productive performance: a review. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 2, p. 457-481, 2021.