

Plano Estratégico da Embrapa Amazônia Ocidental para a Aqüicultura



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Ocidental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 110

Plano Estratégico da Embrapa Amazônia Ocidental para a Aquicultura

*Antônio Cláudio Uchôa Izel
Cheila de Lima Boijink
Edsandra Campos Chagas
Fernanda Loureiro de Almeida O'Sullivan
Jony Koji Dairiki
Luís Antônio Kioshi Aoki Inoue
Roger Crescêncio*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Ocidental

Rodovia AM 010, Km 29, Estrada Manaus/Itacoatiara

Caixa Postal 319

Fone: (92) 3303-7800

Fax: (92) 3303-7820

www.cpa.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Celso Paulo de Azevedo*

Secretária: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Membros: *André Luiz Atroch, Edsandra Campos Chagas, Jony Koji Dairiki, José Clério Rezende Pereira, Kátia Emídio da Silva, Lucinda Carneiro Garcia, Maria Augusta Abtibal Brito, Maria Perpétua Beleza Pereira, Rogério Perin, Ronaldo Ribeiro de Moraes e Sara de Almeida Rios.*

Revisor de texto: *Maria Perpétua Beleza Pereira*

Normalização bibliográfica: *Maria Augusta Abtibal Brito de Sousa*

Diagramação: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Capa: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Fotos da capa: *Neuza Campelo*

1ª edição

1ª impressão (2013): 300

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.

Embrapa Amazônia Ocidental.

Plano estratégico da Embrapa Amazônia Ocidental para a Aqüicultura / Antônio Cláudio Uchôa Izel ... [et al.]. – Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2013. 93 p. : il. color. – (Documentos / Embrapa Amazônia Ocidental, ISSN 1517-3135; 110).

1. Aqüicultura. 2. Plano estratégico. I. Izel, Antônio Cláudio Uchôa. II. Boijink, Cheila de Lima. III. Chagas, Edsandra Campos. IV. O'Sullivan, Fernanda Loureiro de Almeida. V. Dairiki, Jony Koji. VI. Inoue, Luis Antônio Kioshi Aoki. VII. Crescêncio, Roger. VIII. Série.

Autores

Antônio Cláudio Uchôa Izel

Zootecnista, mestre em Ciências de Alimentos, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, antonio.izel@embrapa.br

Cheila de Lima Boijink

Bióloga, doutora em Ciências Fisiológicas, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, cheila.boijink@embrapa.br

Edsandra Campos Chagas

Engenheira de pesca, doutora em Aquicultura, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, edsandra.chagas@embrapa.br

Fernanda Loureiro de Almeida O'Sullivan

Médica veterinária, Ph.D. em Biologia Celular, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, fernanda.almeida@embrapa.br

Jony Koji Dairiki

Engenheiro agrônomo, doutor em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, jony.dairiki@embrapa.br

Luís Antônio Kioshi Aoki Inoue

Engenheiro agrônomo, M.Sc. em Genética e Evolução, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, luis.inoue@embrapa.br

Roger Crescêncio

Engenheiro de pesca, M.Sc. em Biologia de Água Doce e Pesca Interior, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, roger.crescencio@embrapa.br

Apresentação

A Embrapa Amazônia Ocidental iniciou suas atividades de pesquisa com aquicultura em 1994, quando a atividade pesqueira começou a dar sinais de que não era mais capaz de ofertar o pescado que atendesse a demanda. Na época, os produtores, que eram poucos, tinham a ideia de que bastaria escavar os tanques, estocar os peixes e despescar depois de algum tempo. A Embrapa, então, implantou alguns projetos sobre nutrição, densidade de estocagem e sistemas de produção, em parceria com produtores, e os resultados proporcionaram redução no ciclo e aumento da produção. Desde então a Embrapa vem investindo recursos em infraestrutura e reforçou a equipe de pesquisadores da área. As principais áreas de pesquisa trabalhadas são nutrição e alimentação, fisiologia, qualidade da água, sistemas de produção, sanidade, manejo, reprodução e melhoramento genético, com pesquisas focadas nas espécies tambaqui, matrinxã e pirarucu, as quais têm grande potencial e são de interesse para o agronegócio amazonense.

A piscicultura é considerada uma das atividades agropecuárias com maior potencial de crescimento na Amazônia. O seu desenvolvimento, no entanto, depende de ações estratégicas para contornar os entraves técnicos e científicos. Sendo assim, o desafio da Embrapa Amazônia Ocidental é desenvolver tecnologias modernas de produção com menor grau de impactos negativos ao meio ambiente.

Este Plano Estratégico tem como objetivo apresentar as ações de pesquisa, desenvolvimento, inovação e transferência de tecnologia desenvolvidas pela Embrapa Amazônia Ocidental, as quais contribuem para a cadeia produtiva da aquicultura. O documento também servirá como instrumento de gestão das chefias da Unidade para direcionar, promover e acompanhar as atividades da equipe, bem como priorizar investimentos para que os resultados finalísticos sejam alcançados.

Luiz Marcelo Brum Rossi
Chefe-Geral

Sumário

Plano Estratégico da Embrapa Amazônia Ocidental para a Aquicultura	9
Aquicultura no Brasil e no Amazonas	11
Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>).....	15
Matrinxã (<i>Brycon amazonicus</i>).....	17
Pirarucu (<i>Arapaima gigas</i>).....	18
A aquicultura na Embrapa	20
A aquicultura na Embrapa Amazônia Ocidental	22
Equipe e infraestrutura na área de aquicultura.....	22
Laboratório de Aquicultura.....	23
Campo Experimental da Sede.....	25
Áreas de pesquisa prioritárias e estratégia de ação.....	27
Projetos de pesquisa em aquicultura.....	29
Sistemas de produção aquícola.....	29
Nutrição e alimentação de organismos aquáticos.....	33
Sanidade de organismos aquáticos.....	39

Reprodução e melhoramento de organismos aquáticos.....	49
Principais tecnologias desenvolvidas na área de aquicultura.....	56
Publicações técnico-científicas da equipe de aquicultura.....	63
Parcerias da equipe de aquicultura da Embrapa Amazônia Ocidental...	74
Visão de Futuro: Pesquisas em Aquicultura.....	76
Novos projetos de pesquisa em aquicultura.....	77
Pesquisa estratégica em aquicultura.....	78
Centro de melhoramento genético.....	78
Melhoramento genético do tambaqui.....	80
Referências.....	82

Plano Estratégico da Embrapa Amazônia Ocidental para a Aqüicultura

Antônio Cláudio Uchoa Izel

Cheila de Lima Boijink

Edsandra Campos Chagas

Fernanda Loureiro de Almeida O'Sullivan

Jony Koji Dairiki

Luís Antônio Kioshi Aoki Inoue

Roger Crescêncio

A Embrapa Amazônia Ocidental começou a desenvolver as suas primeiras ações de pesquisa em aqüicultura no Estado do Amazonas no ano de 1994 com a missão de contribuir para o desenvolvimento de soluções tecnológicas para a competitividade e sustentabilidade da cadeia produtiva da aqüicultura.

No início das atividades de pesquisa em aqüicultura havia apenas dois pesquisadores, atuando nas áreas de manejo e nutrição de peixes. As primeiras pesquisas conduzidas foram com nutrição e densidade de estocagem para tambaqui. Em 2001 foram publicados os primeiros dados coletados já em escala de produção. Com resultados de sete anos de pesquisa, a Embrapa Amazônia Ocidental conseguiu reduzir o ciclo de produção do tambaqui de 36 meses para 12 meses. Os esforços das pesquisas também contribuíram para a implantação de fábricas de ração na região e para adoção de sistemas produtivos pelos produtores, que servem como referência para agências de fomento, instituições financeiras e técnicos da área.

Com a priorização da aqüicultura na Embrapa, o quadro de pesquisadores foi reforçado, e, desde o ano de 2010, a equipe da Embrapa Amazônia Ocidental conta com sete pesquisadores nas

diversas áreas do conhecimento em aquicultura. É importante destacar que os pesquisadores da área de aquicultura da Embrapa Amazônia Ocidental participam do Grupo de Pesquisa do CNPq “Aquicultura: P&D na Amazônia”, formado no ano de 2003, e estão também inseridos no Núcleo Temático de Produção Animal da Embrapa, que foi criado no ano de 2012 para auxiliar na estruturação da programação de pesquisa da Embrapa Amazônia Ocidental.

Atualmente, além da Embrapa Amazônia Ocidental, mais 15 Unidades de Pesquisa da Embrapa, distribuídas pelo Brasil, possuem competências na área de aquicultura. São elas: Embrapa Pantanal, Embrapa Meio Ambiente, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Agropecuária Oeste, Embrapa Semiárido, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Embrapa Amapá, Embrapa Roraima, Embrapa Pesca e Aquicultura, Embrapa Agrossilvipastoril, Embrapa Instrumentação Agropecuária, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Embrapa Agropecuária Sudeste e Embrapa Meio Norte. Assim, é possível aproveitar toda a expertise da equipe de aquicultura da Embrapa, por meio de projetos em rede, para alavancar o desenvolvimento sustentável da aquicultura no Brasil.

Vislumbrando os cenários futuros para aquicultura na Embrapa Amazônia Ocidental, os objetivos deste Plano Estratégico são:

- Propiciar uma visão atual da aquicultura no Brasil e no Estado do Amazonas;
- Destacar o papel preponderante da aquicultura na Embrapa;
- Apresentar os recursos humanos, a infraestrutura existente na área de aquicultura na Embrapa Amazônia Ocidental e a necessidade de ampliação para o desenvolvimento de pesquisas em longo prazo;
- Estabelecer áreas prioritárias de pesquisa em aquicultura e estratégias de ação para curto, médio e longo prazos;
- Apresentar os projetos de pesquisa desenvolvidos e em desenvolvimento, assim como as principais tecnologias geradas pela Embrapa Amazônia Ocidental na área de aquicultura;

- Traçar as prioridades futuras para os projetos da equipe, visando superar os principais gargalos regulatórios, econômicos e tecnológicos da cadeia produtiva da aqüicultura no Estado do Amazonas.

Aqüicultura no Brasil e no Amazonas

A aqüicultura brasileira é considerada uma atividade bastante promissora e tem tido grande expansão nos últimos anos. Atividade relativamente nova, teve início no Brasil em 1968, quando foi produzida menos de 0,5 tonelada de pescado. Em 2010, o Brasil produziu 479.399 t, ocupando o 17º lugar no ranking dos maiores produtores de pescado do mundo (BRASIL, 2013). Em função desses resultados, a aqüicultura passou a ser o setor da agropecuária brasileira com maior expansão nos últimos anos, destacando-se como mercado estratégico para produção de alimentos e desenvolvimento sustentável.

No ano de 2011, a produção total da aqüicultura brasileira foi de 628.704,3 t, representando um crescimento de 51,2% em relação ao ano de 2009. A maior parcela da produção aquícola é oriunda da aqüicultura continental, sendo a piscicultura responsável por 86,6% da produção total nacional. As regiões responsáveis por 52,9% de toda a produção foram as regiões Sul (153.674,5 t) e Nordeste (134.292,6 t), seguidas pelas regiões Norte, Sudeste e Centro-Oeste com 94.578,0 t, 86.837,0 t e 75.107,9 t, respectivamente. Dentre as principais espécies cultivadas destacam-se a tilápia (*Oreochromis* sp.) e o tambaqui (*Colossoma macropomum*), com produção de 253.824,1 t e 111.084,1 t, respectivamente, representando 67,0% da produção nacional de pescado. Entretanto, é importante destacar, no período, o crescimento da criação de espécies nativas como o tambaqui, o tambacu (fêmea "*Colossoma macropomum*" e macho "*Piaractus mesopotamicus*"), com 49.818,0 t, e o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), com 21.689,3 t (BRASIL, 2013). Com relação ao tambaqui, desde 2007 essa espécie ocupava a terceira posição no

ranking de produção de pescado oriundo da aquicultura e em 2011 passou a ocupar o segundo lugar, o que pode ser devido à disponibilização de tecnologias e ao próprio desenvolvimento do setor (BRASIL, 2010; BRASIL, 2013).

O aumento no consumo per capita de pescado no País registrado em 2010 foi de 9,75 kg/hab./ano, o que representa um crescimento de 8% em relação ao ano de 2009 (BRASIL, 2012). Apesar do aumento, esses valores estão muito abaixo do registrado na Amazônia, onde a população tem no pescado sua principal fonte de proteína animal, com um consumo estimado em 369 g/dia (135 kg/ano). Entretanto, observam-se variações no consumo dentro da própria região, com registros de 490-600 g/dia (179 a 219 kg/ano) no Baixo Solimões/Alto Amazonas e de 500-800 g/dia (183 a 292 kg/ano) no Alto Solimões. É importante destacar, ainda, que na cidade de Manaus o consumo per capita de pescado fica entre 100 e 200 g/dia, ou seja, 36 a 72 kg/ano (FERREIRA, 2009). Portanto, Manaus sobressai como maior centro consumidor de pescado do Brasil e do mundo, visto que a média mundial de consumo do pescado é de 16 kg/ano.

Considerando a demanda local, especialmente de espécies consideradas nobres, como o tambaqui, com procura estimada em cerca de 14 mil t/ano, observa-se que somente a pesca extrativa do tambaqui não é suficiente para atender o mercado local, cuja produção no País em 2011 foi de 4.234,9 t, que representa somente 6,65% do total de pescado produzido pela pesca extrativa no Estado do Amazonas, que foi de 63.743,3 t em 2011 (BRASIL, 2013). Esses e outros fatos têm estimulado a criação de peixes em cativeiro.

No Estado do Amazonas, a piscicultura teve início nos anos 1980 com a implantação das primeiras ações do Programa de Desenvolvimento da Aquicultura pelo Governo do Estado do Amazonas (ROLIM, 1995). Outra ação do governo, que incentivou a atividade, foi o Programa do Governo Estadual “Zona Franca Verde”, com a criação de peixes,

principalmente tambaquis, em diversos sistemas de produção. Em 2012 houve o lançamento do Programa Amazonas Rural, com o objetivo de impulsionar a economia do estado, a partir do setor primário, contemplando a piscicultura.

No Estado do Amazonas, principal produtor de peixes da região Norte, com produção de 27.604,2 t em 2011 (BRASIL, 2013), os principais polos produtores de peixes estão concentrados na região metropolitana de Manaus (RMM), que abrange os municípios de Manaus, Iranduba, Novo Airão, Careiro da Várzea, Rio Preto da Eva, Itacoatiara, Presidente Figueiredo e Manacapuru (GANDRA, 2010). Destes, o Município de Rio Preto da Eva é considerado o principal polo produtor do estado (Lopes et al., 2010).

O Município de Rio Preto da Eva fica a 80 quilômetros de Manaus e apresenta uma população de 26.948 habitantes (IBGE, 2012). A piscicultura nessa região explora barragens, tanques escavados, canal de igarapé e tanques-rede, sendo o tambaqui e o matrinxã (*Brycon amazonicus*) as principais espécies cultivadas (SUFRAMA, 2003; GANDRA, 2010). Destaca-se ainda como fator positivo para o crescimento da atividade na região de Rio Preto da Eva a presença de uma fábrica de ração e de duas estações de produção de alevinos. Entretanto, os principais problemas citados pelos piscicultores dessa região são: falta de assistência técnica, preço do alevino (pirarucu e matrinxã), licenciamento Ipaam e Ibama, falta e dificuldade de obtenção de crédito e preço da ração (MARTINS-JUNIOR, 2009).

A cadeia produtiva da aquicultura é composta por quatro segmentos: sistema produtivo, processamento, distribuição e consumo. Nessa cadeia é possível identificar alguns problemas inerentes à atividade, que vão desde a aquisição de insumos (alevino, ração, equipamentos) até o consumidor final (Figura 1). Destacam-se como principais entraves na região Norte a deficiência de assistência técnica, as restrições ambientais, a baixa disponibilidade e qualidade de larvas e alevinos, além do seu custo elevado (QUEIROZ et al., 2002).

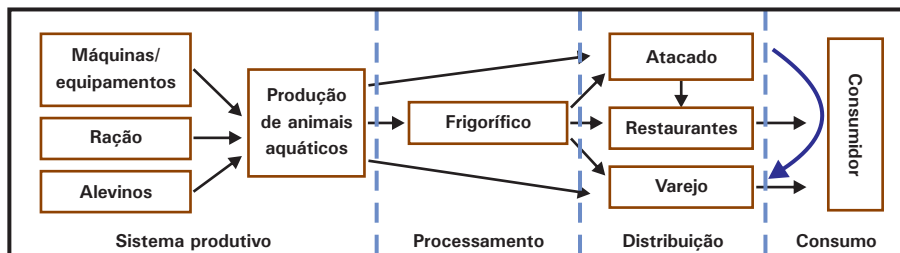


Figura 1. Complexo produtivo da aquicultura (adaptado de BNDES, 2012).

O Estado do Amazonas conta com nove estações de produção de alevinos em funcionamento, duas delas no Município de Presidente Figueiredo. Destas, uma é do governo do estado e possui capacidade de produção de até 5 milhões de alevinos (SUFRAMA, 2003). Há ainda duas estações de reprodução no Município de Rio Preto da Eva, três em Manacapuru e outra em Careiro Castanho. Existem outros dois produtores de alevinos, que no momento se encontram sem produção, mas com potencial produtivo: um em Manaus, outro no Rio Preto da Eva. Também existe, de forma reduzida, o comércio de juvenis, que oferece peixes com peso em torno de 50 g. No momento somente três fazendas comercializam o produto. Apesar de todo esse potencial, muitos produtores ainda optam por comprar alevinos provenientes da natureza. Isso geralmente ocasiona a infestação dos tanques por espécies acompanhantes, como a piranha, ou mesmo a obtenção de outra espécie no lugar da espécie desejada.

Com relação às fábricas de ração, no Estado do Amazonas existiam oito delas até o ano de 2006: Rações São Pedro, Du Boto, Ocrim, Ale, Alto Solimões, Miyamoto, Amazonfish e César Pereira, produzindo cerca de 800 t/mês de ração extrusada para peixes onívoros (LOPES et al., 2010). Essas fábricas concentravam-se, em sua maioria, na cidade de Manaus e em municípios vizinhos. Atualmente, há somente três fábricas de ração para peixes em operação na RMM: Rações São Pedro, Ocrim e Confiança, com capacidade de produção de até 3 t/hora.

As principais espécies de peixes criadas no Estado do Amazonas são: tambaqui, matrinxã e pirarucu (*Arapaima gigas*), muito embora se tenha registro de criação de outras espécies como curimatã, tucunaré, além de outros organismos aquáticos, como quelônios.

Tambaqui (*Colossoma macropomum*)

O tambaqui (Figura 2) é um peixe nativo da bacia dos rios Amazonas, Orinoco e seus afluentes, alcança porte máximo em torno de 100 cm de comprimento e peso superior a 30 kg, atingindo maturidade sexual entre o 4º e o 5º ano de vida. Em cativeiro, essa espécie atinge a maturação sexual em até três anos (ARAÚJO-LIMA; GOULDING, 1998; GOMES et al., 2010).

Foto: Edsandra Campos Chagas



Figura 2. Exemplar de tambaqui (*C. macropomum*).

A criação de tambaqui é realizada em praticamente todo o País, com exceção dos estados do Paraná, de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul (Figura 3) (IBAMA, 2005; 2007). A expansão da criação dessa espécie é atribuída ao seu excelente potencial para produção intensiva, principalmente pela fácil obtenção de juvenis, bom potencial de crescimento, alta produtividade, resistência a baixos níveis de oxigênio dissolvido e excelente utilização de alimentos (ARAÚJO-LIMA; GOULDING, 1998; MELO et al., 2001; GOMES et al., 2010).

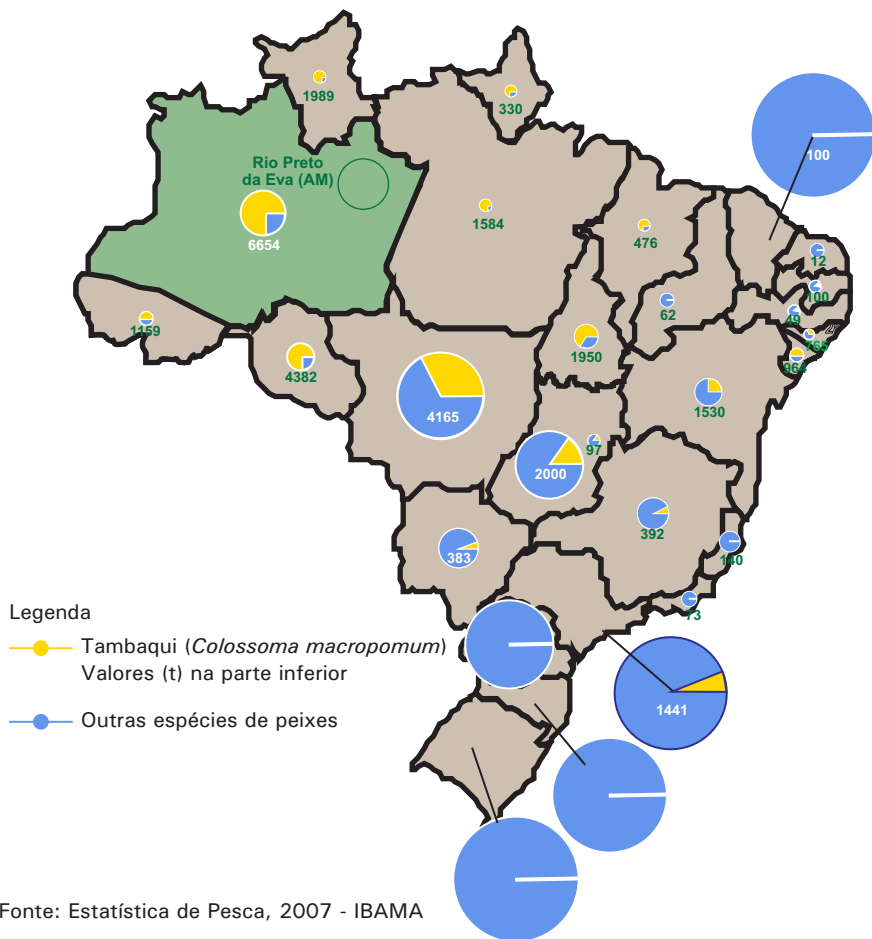


Figura 3. Produção brasileira (t) de tambaqui em 2007.

De acordo com os dados estatísticos da produção de tambaqui no País, pode-se observar um contínuo crescimento, partindo de 8 mil toneladas em 1994 e atingindo 46 mil toneladas em 2009. Entre os anos de 2003 e 2009, a produção cresceu 123%, com taxa média anual de 14%. Hoje representa 20,4% do total de pescado proveniente da piscicultura continental. No Estado do Amazonas, o pescado oriundo da aquicultura

corresponde a 27.604,2 t, e grande parte dessa produção é constituída pela criação e engorda de tambaquis em viveiros escavados (BRASIL, 2013).

Atualmente a produção de tambaquis é realizada em viveiros escavados ou semiescavados, com fundo de argila. Esse sistema, em comparação com o de barragem, apresenta algumas vantagens, como: maior produção de biomassa por unidade de volume, menor probabilidade de surgimento de patologias, maior rapidez na operação de despesca, facilidade de arraçoamento, melhor controle da água, maior observação dos peixes, entre outras (MARINHO-PEREIRA et al., 2009). Destaca-se, ainda, que de cada dez tambaquis consumidos hoje em Manaus, nove são oriundos da produção em cativeiro.

Matrinxã (*Brycon amazonicus*)

O matrinxã (Figura 4), peixe originário da Bacia Amazônica, alcança porte máximo em torno de 3 kg a 4 kg de peso e atinge maturação sexual aos 3 anos de idade (GRAEF, 1995). A espécie possui hábito alimentar onívoro, aproveitando satisfatoriamente vários itens alimentares (frutos, sementes, insetos, entre outros) na natureza. No cultivo, apresenta excelentes índices de crescimento, com o fornecimento de alimentos tanto de origem animal quanto vegetal (GOULDING, 1980; CYRINO et al., 1986; MENDONÇA et al., 1993).

Foto: Luís Antônio Kioshi Aoki Inoue



Figura 4. Exemplo de matrinxã (*B. amazonicus*).

As primeiras tentativas de produção de alevinos de matrinxã em larga escala não foram bem-sucedidas, devido ao alto grau de canibalismo, que ocorre nas primeiras horas de vida das larvas. Uma das formas para a redução desse canibalismo é o fornecimento de larvas de outros peixes, tais como pacu (*P. mesopotamicus*) e curimatá (*Prochilodus* sp.), como fonte de alimento entre 30 e 70 horas de incubação (SENHORINI et al., 1998). A produção de alevinos de matrinxã em viveiros, descrita por Gomes et al. (2000), foi otimizada para densidade de 120 larvas/m².

A engorda do matrinxã é realizada em tanques escavados e barragens, com bons índices de produção, cerca de 7 t/ha/ano (IZEL; MELO, 2004). Entretanto, uma alternativa recente para engorda desse peixe consiste na sua criação intensiva em canais de igarapés, uma espécie de “raceway natural”. Os resultados mostram que o matrinxã vem se adaptando bem a esse sistema (ARBELÁEZ-ROJAS et al., 2002; FIM et al., 2009), apresentando melhor desempenho produtivo e mudanças na sua composição corporal, refletindo no aumento de reservas energéticas, em melhor resistência e adaptação ao adensamento em sistemas intensivos de criação (ARBELÁEZ-ROJAS; MORAES, 2009).

É importante destacar que o matrinxã é uma das espécies nativas mais promissoras para a piscicultura comercial na Amazônia Ocidental. No entanto, é apenas a segunda espécie de peixe mais cultivada, devido à baixa e irregular oferta de alevinos no mercado local, comprometendo assim os diversos elos da cadeia produtiva, como as indústrias de ração e a comercialização de pescado.

Pirarucu (*Arapaima gigas*)

O pirarucu (Figura 5) é uma espécie que apresenta alta velocidade de crescimento, podendo alcançar mais de 10 kg em um ano de cultivo (IMBIRIBA, 2001), alto rendimento de filé (acima de 55%), ausência de espinhas intramusculares e carne de excelente qualidade (IMBIRIBA, 1991; MOURA CARVALHO; NASCIMENTO, 1992; IMBIRIBA, 2001), tornando-o um peixe de grande interesse no cenário nacional.



Foto: Siglila Regina dos Santos Souza

Figura 5. Exemplar de pirarucu (*A. gigas*).

A criação de pirarucu no Brasil é normalmente realizada em tanques e barragens. Os estudos realizados com a espécie mostram a eficácia do seu policultivo em associação com aves, suínos e búfalos, cujos excrementos servem como fonte de fertilização orgânica para espécies de peixe forrageiras que irão servir de alimento para o pirarucu (IMBIRIBA, 1991; ALCANTARA; GUERRA, 1992; MOURA CARVALHO; NASCIMENTO, 1992; VENTURIERI; BERNARDINO, 1999; IMBIRIBA, 2001). Estudos mais recentes mostram crescimento de até 7 kg/ano (25 t/ha/ano) em monocultivo semi-intensivo em viveiros (PEREIRA-FILHO et al., 2003) e uma produção de 29 kg/m³ em sistema de tanque-rede de pequeno volume (CAVERO et al., 2003), mostrando grande potencial para criação em sistemas intensivos.

Apesar de o pirarucu se destacar no cenário nacional, pelo grande interesse de produtores rurais na sua produção, a carência de informações, principalmente sobre reprodução, manejo e controle de doenças, tem dificultado de modo marcante o desenvolvimento do cultivo da espécie, o que pode comprometer a própria sustentabilidade econômica da atividade. Esses são, atualmente, os grandes gargalos para o desenvolvimento da cadeia produtiva do pirarucu.

A aquicultura na Embrapa

A atividade de pesquisa em pesca na Embrapa está registrada no estatuto da Empresa desde 4 de agosto de 1997 (Decreto n.º 2.291). Entretanto, algumas Unidades da Embrapa iniciaram suas atividades de pesquisa na área de pesca e aquicultura em período anterior, como é o caso da Embrapa Pantanal, que desenvolve estudos nessas áreas há 28 anos, e da Embrapa Amazônia Ocidental e Embrapa Meio Ambiente, que há 18 anos vêm atuando na área de aquicultura (REBELATTO JUNIOR, 2013). Nesse período é importante destacar alguns processos decisórios marcantes para direcionar a pesquisa em aquicultura na Embrapa.

Em 2000 a Embrapa criou o Grupo de Trabalho Multiinstitucional (Portaria n.º 1.065, de setembro de 2000) para fazer o levantamento e a priorização de demandas de pesquisa, evidenciando o compromisso da Embrapa com a cadeia produtiva da aquicultura. Nesse estudo ficou estabelecido que as demandas de pesquisa são regionais, sendo elencadas as espécies prioritárias para compor os novos projetos de pesquisa em aquicultura, as áreas prioritárias de pesquisa, bem como identificadas as necessidades de pessoal e de recursos materiais e financeiros para atender as demandas regionais de pesquisa (QUEIROZ et al., 2002).

Nessa visão estratégica da Embrapa, esforços foram feitos para fortalecer as equipes existentes e criar novos grupos de pesquisa na área de pesca e aquicultura, como a realização de concurso público para pesquisador, nos anos de 2000, 2006 e 2009, visando com isso trabalhar as prioridades levantadas para a pesquisa em aquicultura. Em 2009 foi criada a Embrapa Pesca e Aquicultura, que conta com 19 pesquisadores, sendo a maior equipe atuando na área. Segundo levantamento, há na Embrapa 61 pesquisadores trabalhando nas áreas de Aquicultura, Recursos Pesqueiros e Engenharia da Pesca e Ciência e Tecnologia de Alimentos (REBELATTO JUNIOR, 2013).

Para aproveitar toda a expertise da equipe de aqüicultura da Embrapa, de modo a atender aos Grandes Desafios Nacionais, foi iniciado, em 2007, o Projeto Aquabrazil (Bases Tecnológicas para o Desenvolvimento Sustentável da Aqüicultura no Brasil), desenvolvido pela Embrapa em parceria com várias instituições de pesquisa brasileiras e a iniciativa privada, com frentes atuando nas áreas de melhoramento genético, nutrição de espécies aquícolas, manejo e gestão ambiental da aqüicultura, aproveitamento agroindustrial de espécies aquícolas e estado sanitário de organismos aquáticos cultivados. As espécies eleitas foram: camarão marinho (*Litopennaeus vannamei*), tilápia (*O. niloticus*), tambaqui (*C. macropomum*) e pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*). Esse projeto é um dos grandes referenciais da aqüicultura na Embrapa.

Em 2012 a gestão de P&D na Embrapa passou por ajustes no Sistema Embrapa de Gestão (SEG), implantando portfólios e arranjos. Os objetivos dessa nova modalidade de gestão são agrupar projetos em temas afins, sistematizar competências e atribuir maior protagonismo às Unidades da Embrapa.

Em 2013 foi criado o Portfólio de Aqüicultura da Embrapa, o qual contempla os grandes temas: 1) Manejo e gestão ambiental dos sistemas de cultivo; 2) Estudos econômicos da cadeia produtiva do pescado; 3) Reprodução e melhoramento de organismos aquáticos; 4) Nutrição e alimentação de organismos aquáticos; 5) Sanidade de organismos aquáticos; 6) Aproveitamento e processamento agroindustrial; 7) Prospecção da biodiversidade; 8) Engenharia aquícola; 9) Peixes ornamentais; 10) Rastreabilidade do produto aquícola; e 11) Avaliação de ciclo de vida. Ainda, em razão dos atuais cenários nacional e internacional, foi proposto, nesse documento, concentrar as pesquisas nas espécies: tilápia (*O. niloticus*), tambaqui (*C. macropomum*), pirarucu (*A. gigas*), cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*), camarão-cinza (*Litopennaeus vannamei*), bijupirá (*Rachycentron canadus*), jundiá (*Rhamdia quelen*) e ornamentais, visando concentrar esforços para superar os principais gargalos regulatórios, econômicos e tecnológicos.

A aquicultura na Embrapa Amazônia Ocidental

Equipe e infraestrutura na área de aquicultura

A equipe técnica é composta por sete pesquisadores que possuem formação em Biologia, Engenharia Agrônômica, Engenharia de Pesca, Medicina Veterinária e Zootecnia, sendo cinco pesquisadores com doutorado e dois com mestrado, atuando em diferentes áreas de pesquisa. A equipe de apoio técnico é composta por uma analista com formação em Química e por dois assistentes (Tabela 1).

Tabela 1. Áreas de atuação dos pesquisadores e atividades desenvolvidas pela equipe de apoio técnico.

Pesquisador (a)	Área de atuação
Antônio Cláudio Uchôa Izel	Nutrição / Sistemas de produção aquícola
Cheila de Lima Boijink	Sanidade de organismos aquáticos
Edsandra Campos Chagas	Sanidade de organismos aquáticos
Fernanda Loureiro de Almeida O'Sullivan	Reprodução e melhoramento de organismos aquáticos
Jony Koji Dairiki	Nutrição e alimentação de organismos aquáticos
Luis Antonio Kioshi Aoki Inoue	Reprodução / Sistemas de produção aquícola
Roger Crescêncio	Sistemas de produção aquícola

Tabela 1. Continuação.

Apoio técnico	Atividades
Analista	
Cláudia Majolo	Gestão do Laboratório de Piscicultura
Assistentes	
Iraní da Silva de Moraes	Designado para realizar análises laboratoriais nas áreas de qualidade de água, fisiologia, nutrição, histologia, reprodução, microbiologia e parasitologia de peixes.
José Marcondes da Costa e Silva	Designado para cumprir as funções de alimentação de peixes, controle do estoque de ração comercial, organização do galpão e adjacências e monitoramento do sistema de recirculação de água das caixas d'água experimentais e dos viveiros semiescavados do Setor de Aqüicultura.

Com relação à infraestrutura na área de aqüicultura, a Unidade dispõe de um laboratório de análises químicas e de uma estrutura física para realização de experimentos. Além dessas estruturas, atividades também são desenvolvidas em áreas de parceiros e em outros laboratórios da Embrapa Amazônia Ocidental.

Laboratório de Aqüicultura

O Laboratório de Aqüicultura da Embrapa Amazônia Ocidental foi criado no ano de 2002 com a missão de ser um laboratório de referência em análise de água, fisiologia e parasitologia de peixes, além de servir de

Campo Experimental da Sede

O setor de aquicultura fica situado no Campo Experimental da sede da Embrapa Amazônia Ocidental, localizado no Município de Manaus, AM, Km 29 da Rodovia AM-010. Possui uma área de 340 m² composta por uma sala para armazenamento de ração comercial de peixes e outros insumos (18 m²), uma sala para processamento de amostras e realização de biometrias (48,4 m²), um sistema de recirculação de água composto por 24 caixas d'água de 1.000 L cada, bombas d'água, filtros, cisterna e compressor radial. Além disso, dispõe de três tanques de alvenaria de 5 m³ cada, para a realização de quarentena (Figura 7).

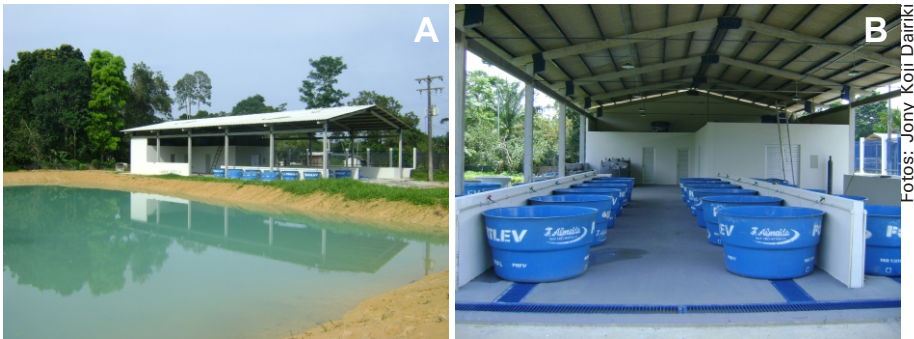


Figura 7. Estrutura do laboratório úmido (A) e do sistema de caixas d'água com recirculação de água (B).

Também fazem parte do complexo três viveiros semiescavados, que juntos perfazem uma área de aproximadamente 3.220 m² de lâmina d'água, abastecidos por água proveniente de poço artesiano e com profundidade média de 1,5 m (Figura 8).

Nessas estruturas são efetuadas diversas pesquisas atreladas à reprodução, sanidade, nutrição, entre outras, para as principais espécies de peixes, como tambaqui e matrinxã.



Foto: Jony Koji Dairiki

Figura 8. Estrutura dos viveiros semiescavados.

Os estudos para validação dos sistemas de cultivo de tambaqui e matrinxã, para promoção de maior produtividade e rentabilidade, são conduzidos em tanques escavados com aeração artificial em áreas de parceiros (Figura 9).



Foto: Roger Crescêncio

Figura 9. Estrutura dos tanques escavados com aeração artificial em propriedade parceira.

Com relação às necessidades do setor de aquicultura da Embrapa Amazônia Ocidental pode-se dizer que essas, na atualidade, estão relacionadas à área de nutrição e alimentação de peixes, priorizando a aquisição da linha de equipamentos para produção de ração extrusada. Atualmente existe uma carência desses equipamentos, tanto para extrusão como para secagem de ração, de cunho experimental no Estado do Amazonas. Essa linha de equipamentos irá contribuir significativamente para a produção de ração, em apoio aos diversos projetos conduzidos pela equipe de aquicultura.

Outra necessidade diz respeito à obtenção do equipamento NIRS (*Near Infraered Reflectance Spectroscopy*), que irá contribuir para maior acurácia e correta determinação da composição bromatológica (proteína, extrato etéreo, cinzas, umidade, entre outros) dos ingredientes que compõem a ração para peixes em geral.

Outro aspecto a se considerar é a necessidade de um técnico agrícola que fique exclusivamente responsável pelo setor e pelo acompanhamento de todos os experimentos conduzidos pela equipe de aquicultura, pois, com as melhorias realizadas nas instalações, novos (e importantes) projetos já estão sendo planejados para serem desenvolvidos nessas estruturas, e essas pesquisas demandam mão de obra especializada na manutenção, alimentação, lida diária e coleta de peixes de pesquisa. A falta de um funcionário com esse perfil em muito compromete os resultados de pesquisa.

Áreas de pesquisa prioritárias e estratégia de ação

A Embrapa Amazônia Ocidental conta com uma equipe multidisciplinar em aquicultura, atuando nas áreas de pesquisa definidas como prioritárias: 1) Sistemas de produção aquícola; 2) Nutrição e alimentação de organismos aquáticos; 3) Sanidade de organismos aquáticos; e 4) Reprodução e melhoramento de organismos aquáticos (Figura 10). O foco das ações da equipe consiste na busca de soluções tecnológicas para promover a competitividade e sustentabilidade da atividade.

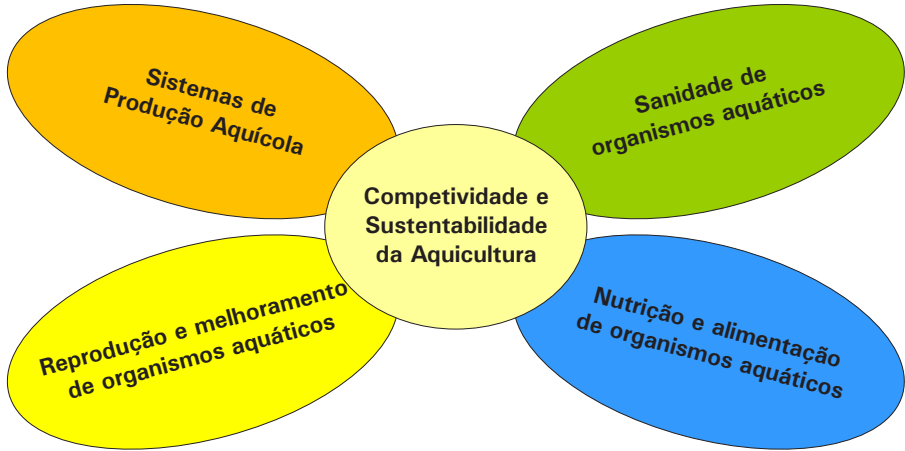


Figura 10. Representação da interligação das áreas de pesquisa em Aquicultura.

A estratégia de ação da equipe de aquicultura está voltada para promover a geração e adoção de tecnologias economicamente viáveis, que agreguem sustentabilidade e representem ótima oportunidade para geração de alimento e renda no Estado do Amazonas (Figura 11).

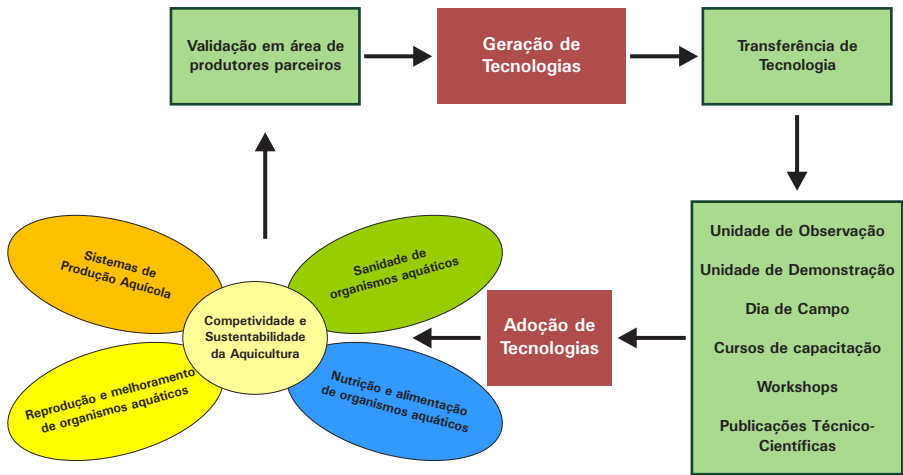


Figura 11. Representação da estratégia de ação da Embrapa Amazônia Ocidental na área de Aquicultura.

Para a adoção das tecnologias geradas na área de aqüicultura, as ações de transferência de tecnologia devem ser prioritárias. As ferramentas adotadas para possibilitar a imediata transferência de tecnologias consistem na instalação de unidades de observação (UOs) e unidades demonstrativas (UDs), realização de dias de campo, cursos de capacitação e workshops, e também em publicações científicas e materiais técnicos (Série Documentos, Comunicados Técnicos, Circulares Técnicas, entre outros) (Figura 11). Destaca-se, ainda, nesse processo, a importância do acompanhamento da adoção das tecnologias geradas e de possíveis impactos econômicos, sociais e ambientais.

Projetos de pesquisa em aqüicultura

Sistemas de Produção Aquícola

Principais resultados da área

Lançamento do pacote de produção de tambaqui em viveiros/barragens, pela Embrapa Amazônia Ocidental, com ótimos resultados na região Norte do Brasil (MELO et al., 2001; IZEL; MELO, 2004). Esse pacote é dividido em duas fases: recria (60 dias) e engorda (240-300 dias). Os resultados da engorda do tambaqui mostram que a espécie alcança 3,0 kg de peso em 12 meses de criação em sistemas de viveiros/barragens, com produção de 10.075 kg/ha (MELO et al., 2001; IZEL; MELO, 2004), sendo sua criação considerada lucrativa, com rentabilidade de 40% (MELO et al., 2001).

Em tanques-rede, a recria do tambaqui pode ser realizada em tanques com volumes de 1 m³ e 6 m³, de acordo com os dados de produtividade, sem prejuízo zootécnico para o criador (GOMES et al., 2004). A densidade de 400 peixes/m³ é a mais adequada (BRANDÃO et al., 2004) e a estratégia alimentar mais eficiente para essa fase de criação é ofertar 10% da biomassa dividida em três refeições diárias (SILVA et al., 2007). Na fase de engorda em tanques-rede, em lago de várzea da Amazônia Central, o tambaqui alcança boa produtividade

(CHAGAS et al., 2003; GOMES et al., 2006), podendo atingir 950 g em 240 dias de criação, com conversão alimentar de 1,8 e produção de 46,8 kg ha⁻¹ (GOMES et al., 2006). No início da engorda, o fornecimento de ração na taxa de 5% do peso vivo/dia permite o desempenho satisfatório da espécie (CHAGAS et al., 2005).

A tecnologia de engorda do tambaqui com a utilização de aeradores permite aumento de produtividade de três a quatro vezes mais que a média do Amazonas. A vantagem do uso de aeradores é que essa prática de manejo melhora a qualidade da água, com maior disponibilidade de oxigênio, reduzindo o estresse dos peixes e evitando o surgimento de doenças e parasitos que os afetam. Além disso, essa técnica viabiliza o aumento da densidade dos peixes (7.071 peixes/ha) em tanques já existentes, sem abertura de áreas para a construção de novos tanques, permitindo alcançar peso médio final de 2,62 kg, conversão alimentar de 2,09 e produção de 18.530 kg/ha, o que garante uma lucratividade de 54,21% (IZEL et al., 2013).

Para matrinxã, a recria pode ser realizada em viveiros chamados berçários, por 60 dias, na densidade de 10 peixes/m² (GOMES; URBINATI, 2005). Em tanques-rede de pequeno volume (1 m³), a densidade de 500 peixes/m³ é a mais adequada para recria de matrinxã, permitindo maior produção por área. Nessa fase a finalidade é engordar os juvenis de 2 cm a 4 cm até o tamanho de 10 cm a 12 cm (BRANDÃO et al., 2005). Já a engorda de matrinxã é realizada em viveiros, utilizando a densidade de 5 mil peixes/ha durante nove meses, sendo possível obter matrinxãs com peso médio de 1,4 kg, sobrevivência de até 100% e produção de aproximadamente 7,5 t/ha/ano (IZEL; MELO, 2004).

O sistema de produção para tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*) recomenda a densidade de estocagem de 5 mil unidades/ha, com peso médio inicial de 200 g em um ciclo de 36 meses. Nesse sistema, é possível obter os melhores resultados quanto a custo total de produção, renda líquida e lucratividade (MELO et al., 2003).

Projetos em andamento

Aderência ao PDU: Desenvolvimento de tecnologias para cultivos de importância socioeconômica e ambiental, focadas no aumento de produtividade, qualidade e agregação de valor.

Competências envolvidas: Sistemas de produção aquícola, sanidade de organismos aquáticos, nutrição e alimentação de organismos aquáticos.

Título (Projeto): Produção de peixes em comunidade tradicional ribeirinha na Amazônia: piscicultura comunitária em sistema misto de produção voltado para realidade dos habitantes de várzea.

Líder: Roger Crescêncio (Embrapa Amazônia Ocidental)

Vigência: 2012-2015

Fonte de financiamento: Embrapa / MP6

Objetivo: Gerar melhoria da qualidade de vida dos produtores familiares da Associação de Moradores do Lago do Santana (AMOS) por meio da geração de alimento e renda provenientes do sistema produtivo empregado em sua piscicultura, aprimorado por processos participativos e educativos, também proporcionando uma retroalimentação que possa embasar a descrição de sistema produtivo de peixes gerado nessa realidade, capaz de ser oferecido como alternativa de melhores condições de vida a outras comunidades de várzea da Amazônia.

Descrição: Conhecendo a inexistência de um sistema produtivo definido para a realidade de comunidades de várzea, a AMOS procurou a Embrapa Amazônia Ocidental e propôs parceria para desenvolver, de forma participativa, um sistema de criação factível para uma comunidade de várzea. Em conjunto seriam feitos os ajustes nos rumos da pesquisa, sempre mesclando o conhecimento técnico com o prático em cima dos resultados e da vivência prática da comunidade. No presente projeto buscamos acompanhar de forma mais abrangente o

resultado de três anos da produção da AMOS. Com base em acertos e erros e observação prática dos produtores foi elaborado um novo sistema produtivo que pode vir a gerar renda, alimento e melhoria de qualidade de vida dos comunitários da AMOS e posteriormente das comunidades de várzea do Amazonas.

Título (Projeto): Produção intensiva de tabaqui com produção de 24 toneladas por hectare com utilização de aeradores artificiais.

Líder: Antônio Cláudio Uchoa Izuel (Embrapa Amazônia Ocidental)

Vigência: 2012 -2013

Fonte de financiamento: Outras fontes

Objetivo: Desenvolver um sistema de cultivo intensivo para o tabaqui (*Colossoma macropomum*) que proporcione a produção de 24 toneladas por hectare, viável econômica e ambientalmente.

Descrição: A demanda por tabaqui aumenta constantemente, sendo necessário um incremento na produção em igual escala. Considerando as leis ambientais vigentes, assim como as dificuldades de licenciamento ambiental encontradas pelos piscicultores do estado, a Embrapa Amazônia Ocidental, em parceria com a Chácara Sagrada Família, pretende desenvolver um sistema de cultivo intensivo para o tabaqui, cujas principais vantagens são: aumento de produtividade, otimização da mão de obra e da utilização de água, e rentabilidade.

Nutrição e alimentação de organismos aquáticos

Principais resultados da área

Os primeiros trabalhos da equipe relacionados com a nutrição de tambaqui determinaram a exigência por ácido ascórbico (vitamina C) de 100 mg/kg, o que garantiu desempenho satisfatório e manutenção da homeostase de juvenis de tambaqui. Os autores não observaram sinais visíveis da deficiência de vitamina C, como lordose e escoliose, erosão das nadadeiras, hemorragia, entre outros. A inclusão de vitamina C também reduziu os efeitos negativos da exposição de juvenis de tambaqui à condição aguda de hipóxia (CHAGAS; VAL, 2003; CHAGAS; VAL, 2006). Outras pesquisas de destaque foram as relacionadas à avaliação do desempenho e produtividade de tambaqui cultivado em tanques-rede, em lago de várzea, sob diferentes taxas de alimentação (CHAGAS et al., 2005; CHAGAS et al., 2007).

Documentos específicos publicados pela equipe abordaram temas importantes como: a alimentação como fator essencial de produção (IZEL, 1994) e a nutrição e manejo alimentar na piscicultura (ROUBACH et al., 2002). Recentemente uma revisão sobre as exigências nutricionais do tambaqui – compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros – abordou os principais estudos relacionados à espécie e ressaltou as lacunas para o fechamento do pacote nutricional dessa espécie (DAIRIKI; SILVA, 2011). Uma pesquisa com feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) na nutrição de juvenis de tambaqui evidenciou o uso potencial desse ingrediente alternativo (DAIRIKI et al., 2013). Além disso, foram publicados trabalhos relacionados com as vitaminas C, D e E e suplementos na dieta para manutenção da saúde de peixes (CHAGAS et al., 2003; CHAGAS et al., 2009).

Em relação a matrinxã, Izel et al. (2004) avaliaram níveis proteicos para a espécie e determinaram, após 210 dias de estudo, que a dieta contendo 28% de proteína bruta promoveu o maior ganho de peso, melhor conversão alimentar e mais alto crescimento corporal da espécie. Esse nutriente foi novamente estudado; e as respostas

metabólicas, determinadas (Vieira et al., 2005). A pesquisa intitulada atividade proteolítica e crescimento de matrinxã em natação sustentada e alimentado com dois níveis de proteína é mais uma publicação recente produzida pela equipe (ARBELÁEZ-ROJAS et al., 2011).

Trabalhos conduzidos com pirarucu avaliaram diferentes regimes de alimentação (GANDRA et al., 2006); a influência do período de alimentação no consumo e o ganho de peso (CRESCÊNCIO et al., 2005) determinaram o nível de 48,6% de proteína bruta como o tratamento que melhor propiciou o crescimento e desempenho zootécnico (ITUASSÚ et al., 2005).

Projetos em andamento

Aderência ao PDU: Desenvolvimento de tecnologias para cultivos de importância socioeconômica e ambiental, focadas no aumento de produtividade, qualidade e agregação de valor.

Aderência ao portfólio de aquicultura

- Estudos morfológicos e fisiológicos aplicados à nutrição;
- Exigências nutricionais;
- Avaliação de ingredientes (digestibilidade, níveis de inclusão, substituição da farinha de peixe por ingredientes de origem vegetal);
- Manejo alimentar;
- Adição de imunostimulantes, fitoterápicos, pigmentos, aminoácidos, vitaminas, minerais, antioxidantes e ingredientes funcionais na ração para espécies exóticas.

Competências envolvidas: Nutrição e alimentação de organismos aquáticos, sanidade de espécies aquícolas, sistemas de produção aquícola, reprodução e melhoramento de organismos aquáticos.

Título (Projeto): Pirarucu da Amazônia - Ações de pesquisa e transferência de tecnologias.

Líder: Adriana Ferreira Lima (Centro Nacional de Pesquisa em Pesca Aquicultura e Sistemas Agrícolas).

Vigência: 2013-2016.

Fonte de financiamento: Projeto cofinanciado (CNPq).

Objetivo: Desenvolver e transferir tecnologias para a cadeia produtiva do pirarucu, de forma a aumentar a produtividade e a competitividade dessa cadeia.

Plano de ação: Unidade de observação de engorda.

Líder do plano de ação: Adriana Ferreira Lima.

Atividade: Acompanhamento das unidades de observação de engorda no Estado do Amazonas.

Responsável pela atividade: Jony Koji Dairiki (Embrapa Amazônia Ocidental).

Descrição: Essa atividade tem por finalidade o acompanhamento da unidade de observação de engorda no Estado do Amazonas. A unidade de observação está sendo conduzida por produtor parceiro já selecionado pelo Sebrae e que receberá consultoria especializada contratada por essa instituição. A Embrapa acompanhará o andamento da unidade de observação com o objetivo de avaliar as atividades desenvolvidas e tratar os resultados da produção comparativamente entre os estados. Para isso, está sendo realizada uma descrição inicial das características da propriedade e realizado o acompanhamento mensal da produção, com entrega de relatórios mensais abrangendo informações técnicas discutidas em reunião do grupo de

acompanhamento. Essa atividade também contribuirá com informações e sistematização destas para a redação de uma publicação final que abordará as experiências de cada unidade de observação na região Norte.

Título (Projeto): Feijão-caupi na nutrição de juvenis de tambaqui e matrinxã.

Líder: Jony Koji Dairiki (Embrapa Amazônia Ocidental).

Vigência: 2011-2014.

Fonte de financiamento: Outras fontes

Objetivo: Testar o uso do feijão-caupi em rações alternativas na alimentação e nutrição do tambaqui e matrinxã.

Descrição: Matrinxã e tambaqui são peixes onívoros que aproveitam, de forma eficiente, alimentos de origem vegetal, por esse motivo será utilizado o feijão-caupi, uma leguminosa cultivada por pequenos produtores nas regiões Norte e Nordeste. No período de 2006 a 2010, a Embrapa Amazônia Ocidental participou da geração e do lançamento de seis novas cultivares de feijão-caupi para o cultivo na região: BRS Nova Era, BRS Cauame, BRS Potengi, BRS Arace, BRS Tumucumaque e BRS Xiquexique. A cultivar BRS Xiquexique destacou-se por apresentar, em média, 77 mg de ferro e 53 mg de zinco por quilograma, ou seja o dobro da quantidade dos demais feijões, e foi considerada alimento biofortificado. Ainda, foram recomendadas as cultivares BRS Guariba, BRS Tracuateua e BRS Paraguaçu (EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 2010). Os ensaios são conduzidos em delineamento estatístico inteiramente aleatorizado ($r = 4$). As unidades experimentais são constituídas por lotes de 20 juvenis (peso médio inicial de 5 g) alojados em caixas d'água de polietileno 310 L. Níveis de inclusão (0%, 10%, 20%, 30%, 40% e 50%) de feijão-caupi estão sendo testados para

determinação do nível máximo de inclusão e aceitação do produto. Os peixes estão sendo alimentados, por 60 dias, com rações isoproteicas e isoenergéticas até a saciedade aparente em duas refeições. No final do período experimental serão determinadas as relações corporais (hepato, lipo e viscerossomática) e de desempenho (peso final, ganho de peso, consumo, conversão alimentar, taxa de crescimento específico e sobrevivência).

Título (Plano de ação): Avaliação do potencial imunestimulante da inclusão de óleos essenciais em rações para tambaqui, cachara e tilápia.

Líder: Laurindo André Rodrigues (Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio Norte).

Vigência: 2012-2015

Fonte de financiamento: Embrapa / MP2

Objetivo: Avaliar o emprego de óleos essenciais na dieta de tambaqui, cachara e tilápia visando obter acréscimos produtivos e favorecer as respostas orgânicas de defesa frente às infecções.

Atividade: Avaliar o potencial imunestimulante da inclusão do óleo essencial de *Ocimum gratissimum* na dieta do tambaqui.

Responsável pela atividade: Jony Koji Dairiki (Embrapa Amazônia Ocidental).

Descrição: O emprego de imunostimulantes naturais vem crescendo na aquicultura em função da sua capacidade de modular a resposta imune dos peixes, aumentando a sua resistência aos agentes patogênicos. Nesse sentido, ensaios serão conduzidos para avaliar níveis de inclusão de óleos essenciais por meio de ensaio dose-resposta e o melhor tratamento definido pela somatória dos efeitos positivos proporcionados aos parâmetros avaliados. Em todos os ensaios serão avaliados os

parâmetros de desempenho, hematológicos e imunológicos, além dos desafios específicos com agentes bacterianos. Esses resultados poderão contribuir para melhorar o perfil imunológico dos peixes e aumentar a sua resistência frente a infecções, conseqüentemente favorecendo o processo produtivo do tambaqui.

Título (Projeto): Sacha inchi na nutrição de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*).

Líder: Jony Koji Dairiki (Embrapa Amazônia Ocidental).

Vigência: 2013-2016

Fonte de financiamento: CNPq/ Universal

Objetivo: Avaliar a influência do uso da sachá inchi sobre o desempenho e a composição corporal do tambaqui.

Descrição: O tambaqui (*C. macropomum*) é a principal espécie de peixe nativa criada em âmbito nacional. É um caracádeo onívoro que aproveita de forma eficiente alimentos de origem vegetal. A sachá inchi é uma planta cultivada na Amazônia Peruana e suas sementes apresentam características interessantes, como adequado nível proteico (24% a 29%), vitaminas A e E e, principalmente, ácidos graxos polinsaturados, predominantemente o ácido linolênico (ômega 3). Para os ensaios serão utilizadas as sementes, o farelo e as folhas secas de sachá inchi na alimentação de juvenis de tambaqui. Os animais serão alimentados por 60 dias com rações isonitrogenadas e isoenergéticas em duas refeições diárias até a saciedade aparente com seis níveis de inclusão de cada produto na ração. Serão avaliados os parâmetros de desempenho, composição corporal, perfil de ácidos graxos e análises fisiológicas complementares. Ao final de todos os períodos experimentais serão comparados os resultados para a determinação do melhor material na nutrição de juvenis de tambaqui e o real incremento na qualidade de carcaça e filé.

Sanidade de organismos aquáticos

Principais resultados da área

As pesquisas desenvolvidas nessa área são voltadas para o estabelecimento de boas práticas de manejo sanitário para piscicultura por meio de indicação de medidas preventivas. Nesse aspecto foram avaliadas as respostas de estresse em pirarucu quando submetido a práticas comuns em sistema de criação (transporte, adensamento e exposição a amônia). Em todos os protocolos testados foram observadas alterações nos parâmetros fisiológicos do pirarucu. Essas alterações ocorrem no momento de maior intensidade de manejo, podendo, portanto, ser reduzidas com adoção de boas práticas na criação (BRANDÃO et al., 2006). Entretanto, o emprego de cloreto de sódio como mitigador de estresse durante o transporte de juvenis de pirarucu em sistema fechado deve ser evitado, pois, além de não promover redução das respostas de estresse, causa distúrbios osmorregulatórios (GOMES et al., 2006). De forma semelhante, a suplementação de β -glucano na dieta do tambaqui não é eficiente para mitigar as respostas ao estresse por transporte em sistema fechado (CHAGAS et al., 2012). Por outro lado, para juvenis de tambaqui, o emprego de probiótico, potencialmente redutor de estresse, durante o protocolo de transporte, é eficiente em suprimir as respostas de estresse de tambaqui pós-transporte (CARVALHO et al., 2009).

Ainda como medida preventiva, tem sido avaliado o emprego de substâncias com capacidade de modular o sistema imune dos peixes, aumentando a sua resistência aos agentes patogênicos através do estímulo de seu sistema imunológico. Para o tambaqui avaliou-se o emprego do imunoestimulante β -glucano sobre as respostas fisiológicas, imunológicas e resistência frente ao desafio com *Aeromonas hydrophila*.

Após a realização do desafio bacteriano pode-se caracterizar a ocorrência de anemia normocítica-normocrômica, observando-se ainda que a suplementação com β -glucano não alterou a concentração e atividade de lisozima. Entretanto, a menor suplementação do

imunoestimulante (0,1% de β -glucano) foi eficiente em garantir maior sobrevivência para a espécie quando desafiada com *A. hydrophila* (CHAGAS et al., 2012).

No que diz respeito ao emprego de protocolos terapêuticos no tratamento de doenças parasitárias em tambaqui, realizaram-se primeiramente estudos para avaliar o efeito tóxico e as alterações fisiológicas em decorrência da exposição aos quimioterápicos. Avaliou-se também o efeito de concentrações terapêuticas de formalina na homeostase de tambaqui por meio de índices fisiológicos. Os resultados evidenciam que a formalina pode ser empregada no tratamento de parasitas nas concentrações de 100 mg/L e 150 mg/L em banhos de 30, 60 e 120 minutos e nas concentrações de 200 mg/L e 250 mg/L em banhos de até 30 minutos sem comprometer a homeostasia do tambaqui (ARAÚJO et al., 2004). De forma semelhante foram avaliadas as respostas fisiológicas do tambaqui a banhos terapêuticos com mebendazol, uma droga muito utilizada no controle de monogenoides. O tambaqui apresentou boa tolerância ao mebendazol, mantendo a sua homeostasia em concentrações de até 600 mg/L do produto em banhos terapêuticos de até 120 minutos (CHAGAS et al., 2006). Outros quimioterápicos avaliados foram o permanganato de potássio e o paration metílico, determinando-se a toxicidade desses últimos para o tambaqui e o efeito da exposição a concentrações subletais. Para o permanganato de potássio, a concentração média letal (CL50 – 96 horas) foi estabelecida em 8,60 mg/L. Ainda, a exposição do tambaqui a concentrações subletais (4,30 mg/L) ativou alguns indicadores secundários de estresse, provocando alterações na homeostase dos tambaquês. Assim, exposições a concentrações superiores a 4,30 mg/L de permanganato de potássio podem ter efeito deletério para os peixes (SILVA et al., 2006). Quanto ao paration metílico, a concentração média letal para o tambaqui foi estimada em 2,91 mg/L, indicando baixa tolerância a esse organofosforado (SILVA; CHAGAS, 2008). Em protocolos de banhos terapêuticos, o emprego do cloreto de sódio sobre as respostas fisiológicas e controle de helmintos monogenoides em tambaqui foi avaliado, entretanto observou-se que as concentrações

utilizadas não foram eficazes na redução dos monogenoides, além de promover elevação da glicose plasmática e dos níveis de cloreto plasmático (CHAGAS et al., 2012). A eficácia do tratamento com mebendazol no controle de monogenoides também foi avaliada, observando-se que o fornecimento de ração com a incorporação de mebendazol na concentração de 1,0 g/kg de ração, durante 14 dias, apresenta boa eficácia no controle de monogenoides e não compromete a homeostasia do tambaqui (ARAÚJO et al., 2006).

Outra linha de ação da equipe é o desenvolvimento de tecnologias voltadas para o aproveitamento sustentável da biodiversidade, visando produzir informações para subsidiar o desenvolvimento de bioprodutos para o tratamento de doenças parasitárias e bacterianas em peixes. Para o tambaqui, o emprego do óleo essencial de *Ocimum gratissimum* apresentou eficácia no controle de helmintos monogenoides em protocolo de banhos terapêuticos (BOIJINK et al., 2011). De forma semelhante, a inclusão do óleo essencial de *O. gratissimum* (0,0%; 0,2%; 0,4 e 0,8%) na dieta do tambaqui, por 30 dias, promoveu a redução do número médio de monogenoides nas brânquias, a qual está diretamente relacionada ao aumento da concentração do óleo essencial de *O. gratissimum* na dieta desses peixes (CHAGAS et al., 2012).

Projetos em andamento

Aderência ao PDU: Desenvolvimento de tecnologias para cultivos de importância socioeconômica e ambiental, focadas no aumento de produtividade, qualidade e agregação de valor.

Aderência ao portfólio de Aquicultura

- Estudos epidemiológicos e prospecção dos patógenos de organismos aquáticos;
- Determinação dos pontos críticos de cultivo e mapeamento epidemiológico de agentes patogênicos;
- Diagnóstico, profilaxia e tratamento de doenças de organismos aquáticos;

- Padronização e estabelecimento de métodos de avaliação sanitária e implantação de boas práticas de manejo sanitário;
- Transferência de tecnologias em manejo sanitário de organismos aquáticos.

Competências envolvidas: Sanidade de organismos aquáticos, nutrição e alimentação de organismos aquáticos, sistemas de produção aquícola.

Título (Projeto): Óleo essencial de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*) no controle de monogenoides e anestésico para matrinxã (*Brycon amazonicus*).

Líder: Cheila de Lima Boijink (Embrapa Amazônia Ocidental)

Vigência: 2011 – 2013

Fonte de financiamento: Embrapa / MP3

Objetivo: Verificar a eficácia do óleo essencial de alfavaca-cravo como anti-helmíntico e anestésico para matrinxã, assim como avaliar as respostas fisiológicas após a exposição ao produto.

Descrição: O matrinxã é uma espécie de interesse para piscicultura comercial, pois apresenta índices de crescimento desejáveis em cativeiro e boa aceitação nos mercados consumidores. Porém, é um peixe que se movimenta em excesso durante o manejo, o que pode deixá-lo propenso a riscos de injúrias na superfície do corpo, levando a manifestações de doenças e/ou morte desse animal. Pretende-se neste projeto determinar a curva anestésica do matrinxã submetido a diferentes doses do óleo de alfavaca-cravo e avaliar respostas fisiológicas quando submetido a esse óleo em banhos anestésicos. Será verificado ainda se há atividade antiparasitária no controle de monogenoides de brânquias de matrinxã utilizado em banhos profiláticos. Finalmente serão avaliadas respostas fisiológicas do

matrinxã submetido ao transporte, sob influência do óleo de alfavaca-cravo diluído na água. Os resultados desse trabalho podem indicar potencial uso racional em larga escala de uma planta sem valor comercial aparente.

Título (Projeto): Fitoquímicos como agentes antiestresse, imunoestimulante, antibacteriano e antiparasitário na criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*), cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) e tilápia (*Oreochromis niloticus*).

Líder: Edsandra Campos Chagas (Embrapa Amazônia Ocidental)

Vigência: 2012-2015

Fonte de financiamento: Embrapa / MP2

Objetivo: Avaliar o uso de fitoquímicos de espécies medicinais brasileiras ou adaptadas como agentes antiestresse, imunoestimulante, antibacteriano e antiparasitário na criação de tambaqui (*C. macropomum*), cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) e tilápia (*O. niloticus*).

Descrição: Serão realizados estudos com emprego de plantas medicinais, avaliando-se aspectos relativos ao manejo dos peixes, à imunoestimulação e ao controle das principais doenças de peixes cultivados. Os resultados desses estudos serão uma importante ferramenta para subsidiar o desenvolvimento de bioprodutos (redutores de estresse, modulares do sistema imunológico e terapêuticos) para uso na piscicultura, bem como para elaboração de protocolos de boas práticas de manejo sanitário para a criação do tambaqui, cachara e tilápia, o que contribuirá para o fortalecimento e consolidação do pacote de produção dessas espécies que apresentam grande importância econômica nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil.

Título (Projeto): Desenvolvimento de protocolos para o controle de doenças parasitárias e bacterianas em tambaqui (*Colossoma macropomum*) com emprego de produtos naturais.

Líder: Edsandra Campos Chagas (Embrapa Amazônia Ocidental)

Vigência: 2012-2014

Fonte de financiamento: Fapeam

Objetivo: Avaliar a eficácia do óleo essencial de plantas medicinais selecionadas como antibacterianas e antiparasitárias em tambaqui (*C. macropomum*).

Descrição: Serão realizados ensaios in vitro visando estabelecer as concentrações dos óleos essenciais das plantas medicinais selecionadas que promovam 50% e 100% de inibição do crescimento bacteriano e também que causam a morte de 50% e 100% de helmintos monogenoides. Esses resultados serão utilizados nos ensaios “in vivo” em protocolos de banhos terapêuticos para comprovação da eficácia dos tratamentos com produtos naturais, sendo avaliadas também as respostas fisiológicas dos tambaquis.

Título (Projeto): Rede de pesquisa em epidemiologia de enfermidades bacterianas e parasitárias e prospecção de vírus em tambaquis, nos polos produtivos de Rio Preto da Eva, Baixo São Francisco, e de pacus na Grande Dourados, e fatores de risco associados.

Líder: Rodrigo Yudi Fujimoto (Embrapa Tabuleiros Costeiros)

Vigência: 2012-2014

Fonte de financiamento: CNPq / MPA

Objetivo: Realizar levantamento epidemiológico e fatores de risco, assim como propor protocolos profiláticos das principais doenças bacterianas e parasitárias e uma avaliação exploratória de vírus em tambaqui das regiões do Baixo São Francisco, SE/AL, e Rio Preto da Eva, AM, e de pacus na região da Grande Dourados, MS.

Atividade: Caracterização das pisciculturas, coletas de peixes e avaliação parasitológica na região de Rio Preto da Eva, AM.

Responsável pela atividade: Cheila de Lima Boijink (Embrapa Amazônia Ocidental)

Atividade: Coleta de peixes para isolamento bacteriano e prospecção de vírus na Região de Rio Preto da Eva, AM.

Responsável pela atividade: Edsandra Campos Chagas (Embrapa Amazônia Ocidental)

Descrição: Serão amostradas dez pisciculturas de cada polo regional: Município de Rio Preto da Eva, região do Baixo São Francisco e região da Grande Dourados. Devido a características regionais e importância econômica, as espécies estudadas serão o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Em cada propriedade serão realizadas duas coletas de material biológico ao longo de um ano, distribuídas nas estações seca e chuvosa. Em cada coleta, por propriedade, serão analisados 36 tambaquis ou pacus, que serão necropsiados para avaliação parasitária, sendo os fragmentos dos órgãos coletados enviados aos laboratórios focais de cada polo para isolamento e identificação de bactéria e vírus.

Título (Projeto): Florfenicol para tambaqui (*Colossoma macropomum*). Desenvolvimento da ração medicada e de metodologia analítica por HPLC MS/MS. Estudo da eficácia de uso, farmacocinética e resistência das bactérias *Flavobacterium columnare* e *Aeromonas hydrophila* ao antimicrobiano.

Líder: Felix Guillermo Reyes Reyes (Universidade Estadual de Campinas - Unicamp)

Vigência: 2012-2014

Fonte de financiamento: CNPq / MPA

Objetivo: Avaliar a possibilidade de uso do florfenicol em tambaqui, por meio do desenvolvimento de ração medicada, desenvolvimento e validação de metodologia analítica para determinação desse composto na ração, plasma e filé, ensaio de toxicidade aguda, determinação da dose terapêutica para a espécie, estudos de farmacocinética, de depleção de resíduos e de resistência bacteriana ao antimicrobiano.

Atividade: Farmacocinética do florfenicol, depleção dos resíduos no filé e cálculo do período de carência para o tambaqui.

Responsável pela atividade: Edsandra Campos Chagas (Embrapa Amazônia Ocidental)

Atividade: Avaliação das respostas fisiológicas de tambaquis após administração de dieta contendo florfenicol.

Responsável pela atividade: Cheila de Lima Boijink (Embrapa Amazônia Ocidental)

Descrição: A falta de alternativas terapêuticas para enfermidades de peixes tem feito com que muitos produtores utilizem medicamentos registrados para outras espécies animais ou mesmo quimioterápicos não

legislados. O conhecimento dos agentes etiológicos será essencial para traçar estratégias na escolha do fármaco para o controle e a prevenção das principais enfermidades bacterianas relacionadas ao tabaqui, e permitir o desenvolvimento de tratamentos sem causar danos ao meio ambiente e resistência aos antimicrobianos, garantindo alimentos mais seguros ao consumidor e aceitação pelo mercado internacional. Neste sentido, pretende-se, neste projeto, avaliar o uso do florfenicol na terapia de tabaqui, com o intuito de desenvolver ração medicada, estabelecer a eficácia de uso e dosagem adequada, a velocidade de absorção e de depleção da concentração do fármaco no tecido comestível (filé), para permitir estabelecer o seu período de carência.

Título (Projeto): Respostas metabólicas ao estresse em tabaqui (*Colossoma macropomum*) submetido ao transporte e suas implicações na qualidade do pescado.

Líder: Rogério Souza de Jesus (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Inpa)

Vigência: 2012-2013

Fonte de financiamento: CNPq / MPA

Objetivo: Estudar as respostas metabólicas do tabaqui durante o transporte e verificar suas implicações na qualidade do pescado, e sobre o rigor mortis.

Atividade: Avaliação das respostas metabólicas do tabaqui durante o transporte.

Responsável pela atividade: Luis Antonio Kioshi Aoki Inoue (Embrapa Amazônia Ocidental).

Descrição: A qualidade da matéria-prima é importante e completamente dependente de como os cultivos são conduzidos. Dentro do grande conjunto de práticas de manejo para a produção do pescado de qualidade destaca-se o transporte de peixes vivos, que é uma operação indispensável na operacionalização das unidades de cultivo, mas que expõem os animais aquáticos a estímulos adversos ao seu equilíbrio metabólico com o ambiente (homeostase), que é gerenciado sempre para proporcionar as melhores condições para crescimento e até reprodução dos peixes. A quebra da homeostase pelos estímulos adversos impostos pelo piscicultor durante a operação de transporte desencadeia reações metabólicas nos animais para produção de energia em resposta ao estresse, que, dependendo de sua intensidade e duração, podem comprometer a qualidade do pescado a ser processado ou até mesmo para o mercado in natura. Estudos são necessários para obter respostas ao estresse do tambaqui durante o transporte e suas implicações na qualidade do produto para aprimoramento dessa prática de manejo e proporcionar pescado de qualidade para o processamento e mercado consumidor.

Título (Projeto): Toxicidade aguda e atividade antimicrobiana de extratos e óleo essencial de *Zingiber officinalis*, *Ocimum gratissimum* e *Lippia sidoides* e o efeito de banhos terapêuticos sobre a fisiologia e o controle de *Aeromonas hydrophila* em tambaqui (*Colossoma macropomum*).

Líder: Edsandra Campos Chagas (Embrapa Amazônia Ocidental)

Vigência: 2013-2016

Fonte de financiamento: CNPq/ Universal

Objetivo: Avaliar a toxicidade aguda, a atividade antimicrobiana de extratos e óleo essencial de *Z. officinalis*, *O. gratissimum* e *L. sidoides* e o efeito de banhos terapêuticos sobre a fisiologia e o controle de *A. hydrophila* em tambaqui (*C. macropomum*).

Descrição: Serão realizados ensaios para: a) avaliação da toxicidade aguda dos extratos e óleo essencial de *Z. officinalis*, *O. gratissimum* e *L. sidooides* para o tambaqui por meio da determinação da concentração média letal (CL₅₀ 96 horas); b) avaliação da atividade antimicrobiana dos extratos e óleos essenciais selecionados por meio de: b.1) testes de sensibilidade a antimicrobianos por disco-difusão e b.2) determinação da Concentração Inibitória Mínima; c) determinação da eficácia de banhos terapêuticos com emprego desses extratos e óleos essenciais no controle de *A. hydrophila* em tambaqui por meio de: c.1) avaliação das respostas hematológicas, metabólicas, iônicas e genotóxicas, c.2) avaliação de alterações histopatológicas e c.3) sobrevivência após desafio bacteriano.

Reprodução e melhoramento de organismos aquáticos

Principais resultados da área

Uma linha de ação voltada à reprodução do tamoatá (*Hoplosternum littorale*) foi realizada por manipulação da condutividade da água. Para tal, foram realizados dois experimentos, nos quais foi testada a utilização de agentes moduladores de condutividade, como sulfato de magnésio (MgSO₄), no primeiro, e sal (NaCl), no segundo. Foram obtidas algumas reproduções utilizando esse método, sendo que a manipulação de condutividade age mais rapidamente nos machos do que nas fêmeas. Os protocolos testados ainda não são satisfatórios para a produção contínua de larvas de tamoatá (MIRANDA; CRESCÊNCIO, 2008).

Outra linha de ação consistiu em avaliar o desenvolvimento testicular de matrinxãs criados em cativeiro e o seu desenvolvimento corporal durante um ciclo reprodutivo (agosto de 2011 a abril de 2012). Por meio de biometria e histologia das gônadas observou-se que a maturação testicular teve início em outubro e que em três meses se deu a maturação completa, ou seja, testículos repletos de espermatozoides.

Após a desova em janeiro/fevereiro, os animais voltaram a apresentar gônadas regredidas, típicas de animais em repouso reprodutivo (LOUZADA; ALMEIDA, 2012).

Também avaliou-se, por meio de estudos histológicos, o processo espermatogênico de tambaquis criados em cativeiro. De junho a agosto o índice gônado-somático (IGS; relação entre massa da gônada sobre a massa corporal) permaneceu abaixo de 0,01, e os animais apresentavam testículos imaturos. A maturação testicular começou com a proliferação espermatogonial em setembro, e cistos de espermatogônias B (cromatina mais condensada) preencheram os túbulos seminíferos de alguns animais. E a fase meiótica, pela qual os espermatócitos originam as espermátides, foi observada em outubro (peso médio 709,3 g), a partir da qual todas as células da linhagem germinativa estavam presentes no parênquima testicular sempre em arranjos de cistos, envelopados por células de Sertoli, e em desenvolvimento sincrônico. Como o período reprodutivo natural do tambaqui é na época das cheias, acredita-se que até dezembro esses animais de cativeiro já tenham seus testículos repletos de espermatozoides livres no lúmen dos túbulos seminíferos. Portanto, embora a maturação completa dos testículos de tambaqui aconteça somente em dezembro/janeiro, a espermatogênese é um processo longo que se inicia pelo menos quatro meses antes.

A mais recente linha de ação envolvendo o tambaqui são as análises de desenvolvimento corporal e crescimento de juvenis mantidos em diferentes temperaturas. Os alevinos foram mantidos em temperatura controlada (25 °C, 28 °C e 30 °C) até completarem 2,5 meses de idade. Foram realizadas três biometrias nas seguintes idades: 1,5; 2; e 2,5 meses, sendo coletados no mínimo 20 exemplares por tratamento. Em todas as biometrias foi visível o melhor crescimento do tambaqui nas temperaturas mais altas (28 °C e 30 °C) e um retardo no crescimento na temperatura de 25 °C. Portanto, temperaturas elevadas promoveram crescimento linear do tambaqui. Uma das hipóteses é que a baixa

temperatura da água reduz de tal forma o metabolismo desses animais, que ocasiona um grau irreversível de inanição por baixa, ou mesmo ausente, ingestão alimentar.

Projetos em andamento

Aderência ao PDU: Desenvolvimento de tecnologias para cultivos de importância socioeconômica e ambiental, focadas no aumento de produtividade, qualidade e agregação de valor.

Aderência ao portfólio de aqüicultura

- Estudo dos aspectos ambientais e hormonais na reprodução artificial;
- Estudo da fisiologia da reprodução e manejo reprodutivo;
- Métodos de sexagem de peixes;
- Qualidade de gametas e embriões e técnicas de criopreservação;
- Desenvolvimento de programas de melhoramento genético de espécies aquáticas;
- Formação de banco genético nacional de peixes nativos (in vivo e criopreservado).

Competências envolvidas: Reprodução e melhoramento de organismos aquáticos, sanidade de espécies aquícolas, nutrição e alimentação de organismos aquáticos, sistemas de produção aquícola.

Título (Projeto): Desenvolvimento da aqüicultura e recursos pesqueiros na Amazônia (Darpa).

Líder: Geraldo Bernardino (Secretaria de Estado da Produção Rural – Sepror/AM).

Vigência: 2010-2013

Fonte de financiamento: Finep

Objetivo: Desenvolver, adaptar e difundir conhecimentos e tecnologias para a aquicultura e processamento de pescado na Amazônia.

Subprojeto: Melhoramento genético do tambaqui

Líder do subprojeto: Luis Antonio Kioshi Aoki Inoue (Embrapa Amazônia Ocidental).

Atividade: Caracterização genética e formação de famílias de reprodutores de tambaqui.

Responsável pela atividade: Luis Antonio Kioshi Aoki Inoue (Embrapa Amazônia Ocidental).

Descrição: Pedacos de nadadeiras de reprodutores de tambaqui estão sendo coletados para extração de DNA e caracterização genética dos reprodutores de tambaqui da região de Manaus, a serem utilizados na formação de famílias do Programa de Melhoramento Genético do Tambaqui do Projeto Aquabrazil/Embrapa. Sêmen de tambaqui cultivado em outras regiões, como Rondônia e Mato Grosso, será trazido para Manaus para cruzamentos com fêmeas mantidas nessa localidade, formando-se famílias. Amostras de sêmen de tambaqui cultivado em Manaus serão levadas para o mesmo fim a outras regiões. Em 2013 serão trazidos alevinos de famílias do programa de melhoramento genético do Mato Grosso (Piscicultura Delicious Fish) para teste a campo no Amazonas.

Título (Projeto): Pirarucu da Amazônia - Ações de pesquisa e transferência de tecnologias.

Líder: Adriana Ferreira Lima (Centro Nacional de Pesquisa em Pesca Aquicultura e Sistemas Agrícolas).

Vigência: 2013-2016.

Fonte de financiamento: Projeto cofinanciado (CNPq)

Objetivo: Desenvolver e transferir tecnologias para a cadeia produtiva do pirarucu, de forma a aumentar a produtividade e a competitividade dessa cadeia.

Título (Plano de ação): Unidade de observação de reprodução.

Líder do plano de ação: Luciana Nakaghi Ganeco Kirschnik (Embrapa Pesca e Aquicultura).

Atividade: Acompanhamento das Unidades de Observação de Reprodução no Estado do Amazonas.

Responsável pela atividade: Fernanda Loureiro de Almeida O'Sullivan (Embrapa Amazônia Ocidental).

Título (Plano de ação): Transferência de tecnologia.

Líder do plano de ação: Daniele Kloppel Rosa (Embrapa Pesca e Aquicultura).

Atividade: Prospecção Tecnológica da Reprodução e Produção do Pirarucu no Estado do Amazonas.

Responsável pela atividade: Fernanda Loureiro de Almeida O'Sullivan (Embrapa Amazônia Ocidental).

Descrição: O pirarucu (*Arapaima gigas*) é considerado uma das espécies prioritárias para o desenvolvimento da aquicultura na região Norte do Brasil. O potencial econômico dessa espécie vem sendo mundialmente reconhecido, resultante de suas impressionantes características zootécnicas. Ao longo de décadas, o pirarucu tem sido direcionado ao sistema de produção em cativeiro. Por outro lado, não há domínio tecnológico sobre a produção da espécie, principalmente do alevino, em

escala comercial, deixando a cadeia produtiva vulnerável. O conhecimento da biologia e de técnicas básicas de manejo do pirarucu é prioritário para subsidiar o setor produtivo. Esta proposta, em parceria com o Sebrae, objetiva desenvolver atividades de pesquisa e transferência de tecnologias em unidades de engorda e reprodução do pirarucu da região Norte, ordenando os esforços e integrando as competências científicas entre as instituições parceiras, com envolvimento direto do setor produtivo. As atividades científicas são distribuídas em linhas temáticas de reprodução, engorda, genética, nutrição e sanidade, resultante das demandas do setor produtivo. Na área de reprodução, as ações que estão sendo desenvolvidas pela Embrapa Amazônia Ocidental visam subsidiar a reprodução dos plantéis de reprodutores de pirarucu e a prospecção de tecnologias, com a finalidade de levantar o manejo produtivo adotado, de forma a utilizar o conhecimento já desenvolvido e acumulado pelos produtores.

Título (Projeto): Estudos celulares e moleculares da diferenciação sexual do tambaqui (*Colossoma macropomum*).

Líder: Fernanda Loureiro de Almeida O'Sullivan (Embrapa Amazônia Ocidental).

Vigência: 2013 -2015

Fonte de financiamento: Fapeam/Universal

Objetivo: Desenvolver estudos morfológicos e moleculares para identificar a idade e o tamanho em que ocorre a diferenciação sexual do tambaqui (*C. macropomum*), bem como descrever como esse processo ocorre.

Descrição: Devido à alta e contínua pressão da pesca, hoje o tambaqui encontra-se superexplorado e, portanto, com reduzida produção pesqueira. Essa situação tem contribuído largamente para a

disseminação e intensificação da criação comercial desse peixe em cativeiro. Entretanto, em comparação com outros peixes zootécnicos, pouco se sabe sobre sua biologia de desenvolvimento, resultando em lacunas de conhecimento básico sobre a espécie. Buscando atenuar essa carência, o presente projeto propõe caracterizar todo o processo de diferenciação sexual do tambaqui, em seus detalhes celulares e genéticos. Ao mesmo tempo, os resultados esperados definirão bases técnicas para o desenvolvimento de tecnologias inovadoras para a produção comercial do tambaqui, caracterizando, enfim, um projeto interdisciplinar que atenderia às demandas da ciência e da biotecnologia.

Título (Projeto): Desenvolvimento e validação da técnica de criopreservação de sêmen do tambaqui em grande escala.

Líder: Alexandre Nizio Maria (Embrapa Tabuleiros Costeiros)

Vigência: 2012 -2014

Fonte de financiamento: Embrapa / MP3

Objetivo: Avaliar a viabilidade técnica do uso do método de criopreservação de sêmen em grandes volumes na rotina de produção.

Título (Plano de Ação): Desenvolvimento de um meio diluidor de sêmen.

Líder do Plano de Ação: Fernanda Loureiro de Almeida O'Sullivan (Embrapa Amazônia Ocidental)

Atividade: Determinação da concentração de crioprotetor e gema de ovo no meio diluidor.

Responsável pela atividade: Fernanda Loureiro de Almeida O'Sullivan (Embrapa Amazônia Ocidental)

Descrição:

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é uma espécie de peixe cultivada em vários países da América do Sul. No Brasil essa espécie é de grande importância para piscicultura, principalmente nas regiões Norte e Nordeste. Nos últimos anos, a Embrapa Tabuleiros Costeiros vem realizando vários estudos para determinar um protocolo adequado de criopreservação do sêmen de tambaqui em palhetas de 0,5 mL, visando à formação de um banco de germoplasma e fertilização de ovócitos em pequena escala. Essa técnica, no entanto, apresenta algumas limitações quanto à sua utilização para a produção de alevinos em larga escala, necessitando ainda da determinação de metodologias para o armazenamento de sêmen em macropalhetas ou criotubos de 5 mL. Especificamente para o tambaqui, que é uma espécie que apresenta alta fecundidade, a técnica de criopreservação de sêmen em recipientes com grande capacidade de armazenamento auxiliará tanto no intercâmbio de material genético, necessário para o programa de melhoramento genético atualmente em andamento no Brasil, como nas atividades de rotina de produção de alevinos dos laboratórios de reprodução públicos e privados.

Principais tecnologias desenvolvidas na área de aquicultura**Sistema produtivo de tambaqui em viveiros de argila/barragens**

Tecnologia desenvolvida para a criação de tambaqui em viveiros de argila/barragens, estabelecendo o ciclo de produção em 12 meses, com índices de conversão alimentar de 1,50, produtividade de 3,10 kg/peixe/ano, produção de 10.075 kg/ha/ano e sobrevivência total de 76%.



Foto: Neuza Campelo

Figura 12. Despesca de tambaqui criados em viveiros de argila.

Sistema produtivo de tambaqui em tanques escavados

Tecnologia desenvolvida para a criação de tambaqui em tanques escavados, com ciclo de produção de oito meses, com índices de conversão alimentar de 1,20, produção de 7.200 kg/ha, sobrevivência total de 95,24% e peso médio de venda de 1,50 kg.



Foto: Neuza Campelo

Figura 13. Tanques escavados utilizados na criação de tambaqui.

Sistema produtivo para matrinxã em barragens

Tecnologia desenvolvida para a criação de matrinxã em barragens, com ciclo de produção de 10 meses, com índices de conversão alimentar de 1,55, ganho de biomassa de 6.980 kg/ha, sobrevivência total de 96,15% e peso médio de venda de 1,80 kg.



Foto: Neuza Campelo

Figura 14. Engorda de matrinxãs em barragens.

Sistema produtivo para tartaruga da Amazônia

Tecnologia desenvolvida para a criação de tartaruga em viveiro escavado em argila, estabelecendo o ciclo de produção em 36 meses, com densidade de estocagem de 5 mil tartarugas/ha e com índices de conversão alimentar de 2,39, produção de 30.250 kg/ha e peso médio de venda de 6,34 kg.



Foto: Neuza Campelo

Figura 15. Criação de tartarugas em viveiros escavados em argila.

Sistema intensivo de criação de tambaqui com sistema de aeração

Tecnologia desenvolvida para a criação de tambaqui em tanque escavado utilizando aeradores artificiais (6 HP por hectare), estabelecendo o ciclo de produção em 10 meses de engorda, com densidade de estocagem de 7 mil peixes/ha e com índices de conversão alimentar de 2,09, produção de 18.530 kg/ha e peso médio final de 2,62 kg. O custo por quilograma de peixe produzido é de R\$ 3,76 e a lucratividade é de 54,21%. Portanto, a utilização dessa tecnologia garante uma produção no mínimo três vezes superior à média do estado, possibilitando triplicar a produção atual de tambaqui sem a necessidade da construção de novas áreas.



Foto: Roger Crescêncio

Figura 16. Criação de tambaquis em tanques escavados com aeração.

Densidade de estocagem para tambaqui e matrinxã durante recria em tanques-rede

Tecnologias desenvolvidas para aumentar a produção de matrinxãs e tambaquis na fase de recria utilizando o sistema de tanques-rede de pequeno volume (1 m^3). Nesse sistema, a produção por área é significativamente maior na densidade de 400 peixes m^{-3} para tambaqui e de 500 peixes m^{-3} para matrinxã, consideradas, portanto, adequadas para recria em tanque-rede durante 60 dias.



Foto: Paulo Renato

Figura 17. Recria de tambaquis e matrinxãs em tanques-rede de 1 m^3 .

Protocolo para o transporte de tambaqui vivo

Prática desenvolvida para o transporte nas três fases de desenvolvimento do tambaqui: juvenil (3 cm-5 cm), juvenil II (12 cm-15 cm) e juvenil com tamanho para abate (1 kg). Os juvenis e juvenis II devem ser transportados em sacos de plástico (sistema fechado) e os juvenis com tamanho para abate, em caixas de transporte (sistema aberto). Para juvenis II a densidade apropriada para o transporte por até doze horas é de 78 g/L de água. Nessa densidade não há mortalidade, os parâmetros de qualidade da água avaliados ficam em níveis adequados para o transporte e não ocorre estresse durante nem após o transporte. Para o transporte de peixe com tamanho para o abate, o uso de sal de cozinha na água auxilia a manutenção do peixe sem estresse. A dose de sal recomendada é de 8 g/L de água. Para o transporte em caixas adaptadas, utilizando a dose de sal recomendada, a densidade ideal é de 150 g de peixe/L de água e para o transporte em caixas próprias a densidade adequada é de 350 g de peixe/L de água.

Fotos: Levy Gomes



Figura 18. Recria de tambaquis e matrinxãs em tanques-rede de 1 m³.

Anestesia de pirarucu por aspersão de benzocaína ou eugenol diretamente nas brânquias

Prática desenvolvida para anestesia segura do pirarucu, por aspersão de benzocaína ou de eugenol em solução aquosa diretamente nas brânquias, com indução à anestesia sem riscos de afogamento. Os resultados mostram viabilidade do uso da benzocaína aspergida diretamente nas brânquias do pirarucu em concentrações de 50 mg/L a 100 mg/L e de eugenol nas concentrações de 30 mg/L e 60 mg/L, proporcionando anestesia com ausência de movimentação por aproximadamente 2 minutos, tempo suficiente para procedimentos rápidos, como biometria, injeções, marcação, coleta de raspados de muco na superfície do corpo e brânquias. Mortalidade de animais não foi observada mesmo um mês após os testes.



Figura 19. Aspersão de anestésicos diretamente nas brânquias do pirarucu.

Publicações técnico-científicas da equipe de aquicultura

Sistema de produção aquícola

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L. D.

Densidade de estocagem durante a recria de tambaqui em tanque-rede.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 39, p. 357-362, 2004.

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L. D.;

SILVA, A. L. F. Densidade de estocagem de matrinxã (*Brycon*

amazonicus) na recria em tanque-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**,

Brasília, DF, v. 40, p. 299-303, 2005.

CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSU, D.

R.; GANDRA, A. L.; CRESCÊNCIO, R. Biomassa sustentável de juvenis

de pirarucu em tanques-rede de pequeno volume. **Pesquisa**

Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 38, p. 723-728, 2003.

CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSU, D.

R.; GANDRA, A. L.; CRESCÊNCIO, R. Efeito da densidade de

estocagem sobre a eficiência alimentar de juvenis de pirarucu em

ambiente confinado. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 33, p. 631-637,

2003.

CRESCÊNCIO, R. Ictiofauna brasileira e seu potencial para criação. In:

BALDISSEROTO, B.; GOMES, L. C. (Org.). **Espécies nativas para**

piscicultura no Brasil. Santa Maria: UFSM, 2005.. v. 1. p. 5-468.

GOMES, L. C.; BRANDÃO, F. R.; CHAGAS, E. C.; FERREIRA, M. F. B.;

LOURENÇO, J. N. P. Efeito do volume do tanque-rede na produtividade

de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recria. **Acta**

Amazonica, Manaus, v. 34, p. 111-113, 2004.

GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; MARTINS JÚNIOR, H.; ROUBACH, R.; ONO, E. A.; LOURENÇO, J. N. P. Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. **Aquaculture**, v. 253, p. 374-384, 2006.

HONCZARYK, A.; INOUE, L. A. K. A. **Produção comercial de alevinos de matrinxã na Amazônia Ocidental**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. 7 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular técnica, 33).

INOUE, L. A. K. A.; HISANO, H.; ISHIKAWA, M.; ROTTA, M. A.; SENHORINI, J. A. **Princípios básicos para produção de alevinos de surubins (pintado e cachara)**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 7 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Circular Técnica, 15).

IZEL, A. C. U. A qualidade do solo e da água. In: VAL, A. L.; HONCZARYK, A. (Org.). **Criando peixes na Amazônia**. Manaus: INPA, 1995. v. 1. p. 17-27.

IZEL, A. C. U.; MELO, L. A. S. **Criar matrinxã (*Brycon cephalus*): atividade econômica potencial para o agronegócio amazonense**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2004. 19 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 31).

IZEL, A. C. U.; MELO, L. A. S. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2004. 20 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 32).

IZEL, A. C. U.; CRESCÊNCIO, R.; O`SULLIVAN, F. F. L. A.; CHAGAS, E. C.; BOIJINK, C. L.; SILVA, J. I. **Produção intensiva de tambaqui em tanques escavados com aeração**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2013. 4 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular técnica, 39).

MELO, L. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; IZEL, A. C. U.; STORTI FILHO, A. **Avaliação econômica de um cultivo de tambaqui, *Colossoma macropomum*, na Amazônia Ocidental.** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. Anais... s.l., 1998. v. 4. p. 528-530.

MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; RODRIGUES, F. M. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no Estado do Amazonas.** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. 30 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 18).

MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; ANDRADE, P. C. M.; SILVA, A. V.; HOSSAINELIMA, M. G. **Criação de tartaruga da Amazônia (*Podocnemis expansa*).** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2003. 14 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 26).

PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B. A. S.; ROUBACH, R.; ITUASSU, D. R.; GANDRA, A. L.; CRESCÊNCIO, R. Cultivo do pirarucu (*Arapaima gigas*) em viveiro escavado. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 33, n. 4, p. 715-719, 2003.

Nutrição e alimentação de organismos aquáticos

ARBELÁEZ-ROJAS, G. A.; INOUE, L. A. K. A.; MORAES, G. Atividade proteolítica e crescimento de matrinxã em natação sustentada e alimentado com dois níveis de proteína. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, p. 1521-1529, 2011.

CHAGAS, E. C.; VAL, A. L. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, p. 397-402, 2003.

CHAGAS, E. C.; VAL, A. L. Ascorbic acid reduces the effects of hypoxia on the Amazon fish tambaqui. **Journal of Fish Biology**, v. 69, p. 608-612, 2006.

CHAGAS, E. C.; MESQUITA-SAAD, L. S. B. ; ARIDE, P. H.; MENDES, F. A.; ALMEIDA-VAL, V. M. F.; VAL, A. L. Vitamins C, D and E in fish. In: VAL, A. L.; KAPOOR, B. G. (Org.). **Fish adaptation**. Enfield: Science Publishers, 2003. p. 141-178.

CHAGAS, E. C.; GOMES, L. C.; MARTINS JÚNIOR, H.; ROUBACH, R.; LOURENÇO, J. N. P. Desempenho de tambaqui cultivado em tanques-rede, em lago de várzea, sob diferentes taxas de alimentação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, p. 833-835, 2005.

CHAGAS, E. C.; GOMES, L. C.; MARTINS JÚNIOR, H.; ROUBACH, R. Produtividade de tambaqui criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. **Ciência Rural**, v. 37, p. 1109-1115, 2007.

CHAGAS, E. C.; PILARSKI, F.; SAKABE, R.; MASSAGO, H.; FABREGAT, T. E. H. P. Suplementos na dieta para manutenção da saúde de peixes. In: TAVARES-DIAS, M. (Org.). **Manejo e sanidade de peixes em cultivo**. Macapá: Embrapa Amapá, 2009.

CRESCÊNCIO, R.; ITUASSU, D. R.; ROUBACH, R.; PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B. A. S.; GANDRA, A. L. Influência do período de alimentação no consumo e ganho de peso do pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, p. 1217-1222, 2005.

DAIRIKI, J. K.; SILVA, T. B. A. **Revisão de literatura**: exigências nutricionais do tambaqui – compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2011. 44 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 91).

DAIRIKI, J. K.; CORREA, R. B.; INOUE, L. A. K. A; MORAIS, I. S. M. Feijão-caupi autoclavado na nutrição de juvenis de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 48, p. 450-453, 2013.

DAIRIKI, J. K.; BORGHESI, R.; DIAS, C. T. S.; CYRINO, J. E. P. Exigências do *Salminus brasiliensis* em lisina e arginina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 48, p. 1012-1020, 2013.

GANDRA, A. L.; ITUASSU, D. R.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; CRESCÊNCIO, R.; CAVERO, B. A. S. Pirarucu growth under different feeding regimes. **Aquaculture International**, v. 10, p. 1-6, 2006.

ITUASSU, D. R.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; CRESCÊNCIO, R.; CAVERO, B. A. S.; GANDRA, A. L. Níveis de proteína bruta para juvenis de pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, p. 255-259, 2005.

IZEL, A. C. U. Alimentação fator essencial de produção. In: SIMPÓSIO DE PISCICULTURA DO ESTADO DO AMAZONAS, 1994, Manaus. **Relatório**. Manaus: Brasil Norte Eventos, 1994. v.1. p. 46-57.

IZEL, A. C. U.; MELO, L. A. S.; PERIN, R. Desempenho de matrinxãs (*Brycon cephalus*) submetidos a rações com diferentes níveis protéicos na Amazônia Ocidental. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **[Anais...]**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. v. 4. p. 258-259.

IZEL, A. C. U.; PEREIRA-FILHO, M.; MELO, L. A. S.; MACÊDO, J. L. V. Avaliação de níveis proteicos para a nutrição de juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, p. 179-184, 2004.

ROUBACH, R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; LOURENÇO, J. N. P. **Nutrição e manejo alimentar na piscicultura**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2002. 14 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 23).

VIEIRA, V.; INOUE, L. A. K. A.; MORAES, G. Effects of the dietary protein on the metabolic response of matrinxã (*Brycon cephalus*). **Comparative Biochemistry and Physiology A. Molecular & Integrative Physiology**, v. 140, p. 337-342, 2005.

Sanidade de organismos aquáticos

ARAÚJO, L. D.; CHAGAS, E. C.; GOMES, L. C.; BRANDÃO, F. R. Efeito de banhos terapêuticos com formalina sobre indicadores fisiológicos de estresse em tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, p. 217-221, 2004.

ARBELÁEZ-ROJAS, G. A.; HACKBARTH, A.; INOUE, L. A. K. A.; MORAES, F. D.; MORAES, G. Sustained swimming mitigates stress in juvenile fish *Brycon amazonicus*. **Jornal of Applied Aquaculture**, v. 25, p. 271-281, 2013.

BALDISSEROTTO, B.; COPPATI, C. E.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; BRINN, R. P.; ROUBACH, R. Net ion fluxes in the facultative air-breather *Hoplosternun littorale* (tamoata) and the obligate air-breather *Arapaima gigas* (pirarucu) exposed to different Amazonian waters. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 34, p. 405-412, 2008.

BALDISSEROTTO, B.; COPPATI, C. E.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; BRINN, R. P.; ROUBACH, R. Calcium fluxes in *Hoplosternum littorale* (tamoatá) exposed to different types of Amazonian waters. **Neotropical Ichthyology**, v. 47, p. 465-470, 2009.

BARBOSA, L. G.; MORAES, G.; INOUE, L. A. K. A. Respostas metabólicas do matrinxã submetido a banhos anestésicos de eugenol. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 29, p. 255-260, 2007.

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C. Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 36, p. 343-350, 2006.

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CRESCÊNCIO, R.; CARVALHO, E. S. Uso de sal durante o transporte de juvenis (1kg) de pirarucu (*Arapaima gigas*). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, p. 767-772, 2008.

CARVALHO, E. S.; GOMES, L. C.; BRANDAO, F. R.; CRESCÊNCIO, R.; CHAGAS, E. C.; ANSELMO, A. A. S. O uso do probiótico Efinol I durante o transporte de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p. 1322-1327, 2009.

CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D. R.; GANDRA, A. L.; CRESCÊNCIO, R. Controle da taxa de mortalidade de pirarucu, *Arapaima gigas*, naturalmente parasitado por *Dawestrema* sp. (Monogenea: Dactilogiryidae. In: URBINATI, E. C.; CYRINO, J. E. P. (Org.). **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Aqüicultura**. Jaboticabal: Aquabio, 2003. v. 2, p. 107-115.

CHAGAS, E. C.; LOURENÇO, J. N. P.; GOMES, L. C.; VAL, A. L. Desempenho e estado de saúde de tambaquis cultivados em tanques-rede sob diferentes densidades de estocagem. In: URBINATI, E. C.; CYRINO, J. E. P. (Org.). **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Aqüicultura**. Jaboticabal: Aquabio, 2003. p. 83-93.

CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L. D.; SILVA, A. L. F.; GOMES, L. C.; BRANDÃO, F. R. Respostas fisiológicas de tambaqui a banhos terapêuticos com mebendazol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, p. 713-716, 2006.

CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L. D.; GOMES, L. C.; MALTA, J. C. O.; VARELLA, A. M. B. Efeito do cloreto de sódio sobre as respostas fisiológicas e controle de helmintos monogenóides em tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 42, p. 439-444, 2012.

CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L. D.; BOIJINK, C. L.; INOUE, L. A. K. A.; GOMES, L. C.; MORAES, F. R. Respostas de tambaquis ao estresse por transporte após alimentação com dietas suplementadas com β -glucano. **Biotemas**, v. 25, p. 221-227, 2012.

- CHAGAS, E. C.; PILARSKI, F.; SAKABE, R.; MORAES, F. R. Desempenho produtivo e respostas fisiopatológicas de tambaquis alimentados com ração suplementada com β -glucano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 48, p. 899-905, 2013.
- COX FERNANDES, C.; SMITH, G. T.; PODOS, J.; NOGUEIRA, A.; INOUE, L. A. K. A.; AKAMA, A.; HO, W. W.; ALVES-GOMES, J. Hormonal and behavioral correlates of morphological variation in an Amazonian electric fish (*Sternarchogiton nattereri*: Apterontidae). **Hormones and Behavior**, v. 58, p. 660-668, 2010.
- GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; CRESCÊNCIO, R.; PESSOA, M. A.; SILVA, A. L. F.; CARVALHO, E. S.; ANDRADE JUNIOR, G.; BRITO, M. V. T.; PORTO, M. S. A. Validation of a simple portable instrument for measurement of blood glucose in four amazon fishes. **Journal of Aquaculture in the Tropics**, v. 20, p. 101-110, 2005.
- GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; BRINN, R. P.; ROUBACH, R.; COPPATI, C. E.; BALDISSEROTTO, B. Use of salt during transportation of air breathing pirarucu juveniles (*Arapaima gigas*) in plastic bags. **Aquaculture**, v. 256, p. 521-528, 2006.
- HONCZARYK, A.; INOUE, L. A. K. A. Anestesia do pirarucu por aspersão direta nas brânquias do eugenol em solução aquosa. **Ciência Rural**, v. 39, p. 577-579, 2009.
- HONCZARYK, A.; INOUE, L. A. K. A. Anestesia do pirarucu por aspersão da benzocaína diretamente nas brânquias. **Ciência Rural**, v. 40, p. 204-207, 2010.
- HORI, T.; AVILEZ, I.; INOUE, L. A. K. A.; MORAES, G. Metabolical changes induced by cronic phenol exposure in matrinxá (*Brycon cephalus*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 143, p. 67-72, 2006.

INOUE, L. A. K. A.; SANTOS NETO, C.; MORAES, G. Efeito anestésico da benfocaina sobre juvenis de matrinxã *Brycon cephalus* (Gunther, 1869). **Boletim Técnico do CEPTA**, v. 15, p. 23-30, 2002.

INOUE, L. A. K. A.; SANTOS NETO, C.; MORAES, G. Clove oil as anaesthetic for juveniles of matrinxã *Brycon cephalus* (Gunther, 1869). **Ciência Rural**, v. 33, p. 943-947, 2003.

INOUE, L. A. K. A.; HACKBARTH, A.; MORAES, G. Avaliação dos anestésicos benzocaína e 2-phenoxyethanol no manejo do matrinxã (*Brycon cephalus*). **Biodiversidade Pampeana**, v. 2, p. 10-15, 2004.

INOUE, L. A. K. A.; SANTOS NETO, C.; MORAES, G. Standardization of 2-phenoxyethanol as anesthetic for juvenile *Brycon cephalus* (Gunther, 1869): the use in field procedures. **Ciência Rural**, v. 34, p. 563-565, 2004.

INOUE, L. A. K. A.; AFONSO, L. O.; IWAMA, G.; MORAES, G. Effects of clove oil on the stress response of matrinxã (*Brycon cephalus*) subjected to transport. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 35, p. 289-295, 2005.

INOUE, L. A. K. A.; MORAES, G. Stress responses matrinxã (*Brycon cephalus*) subjected to transportation in plastic bags. **Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v. 1, p. 1-9, 2006.

INOUE, L. A. K. A.; MORAES, G. **Óleo de cravo**: um anestésico alternativo para o manejo de peixes. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007. 22 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 51).

INOUE, L. A. K. A.; MORAES, G.; IWAMA, G. K.; AFONSO, L. O. B. Physiological stress responses in the warm-water fish matrinxã (*Brycon amazonicus*) subjected to a sudden cold shock. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, p. 603-610, 2008.

INOUE, L. A. K. A.; HACKBARTH, A.; MORAES, G. Benzocaína sobre respostas ao estresse do matrinxã submetido ao transporte em sacos plásticos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção**, v. 11, p. 909-918, 2010.

INOUE, L. A. K. A.; BOIJINK, C. L.; RIBEIRO, P. T.; SILVA, A. M. D.; AFFONSO, E. G. Avaliação de respostas metabólicas do tambaqui exposto ao eugenol em banhos anestésicos. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 41, p. 327-332, 2011.

INOUE, L. A. A.; HONCZARYK, A. **Anestesia do pirarucu sem risco de afogamento de peixe pulmonado**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. 2 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado técnico, 68).

MACIEL, P. O.; AFFONSO, E. G.; BOIJINK, C. L.; TAVARES-DIAS M.; INOUE, L. A. K. A. *Myxobolus* sp. (Myxozoa) in the circulating blood of *Colossoma macropomum* (Osteichthyes, Characidae). **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 20, p. 82-84, 2011.

MARINHO, R. G. B.; TAVARES-DIAS, M.; DIAS, M. K. R.; NEVES, L. R.; YOSHIOKA, E. T. O.; BOIJINK, C. L.; TAKEMOTO, R. M. Helminthes and protozoan of farmed pirarucu (*Arapaima gigas*) in eastern Amazon and host - parasite relationship. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1192-1202, 2013.

PÁDUA, S. B.; PILARSKI, F.; SAKABE, R.; DIAS NETO, J.; CHAGAS, E. C.; ISHIKAWA, M. M. Heparina e K3EDTA com anticoagulantes para tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 42, n. 2, p. 293-298, jun. 2012.

PÁDUA, S. B.; DIAS NETO, J.; SAKABE, R.; CLAUDIANO, G. S.; CHAGAS, E. C.; PILARSKI, F. Variáveis hematológicas em tambaquis anestesiados com óleo de cravo e benzocaína. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 48, p. 1171-1174, 2013.

SILVA, A. L. F.; CHAGAS, E. C.; GOMES, L. C.; ARAÚJO, L. D.; SILVA, C. R.; BRANDÃO, F. R. Toxicity and sublethal effects of potassium permanganate in tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 37, p. 318-321, 2006.

MARINHO, R. G. B.; TAVARES-DIAS, M.; DIAS-GRIGÓRIO, M. K. R.; NEVES, L. R.; YOSHIOKA, E. T. O.; BOIJINK, C. L.; TAKEMOTO, R. M. Helminthes and protozoan of farmed pirarucu (*Arapaima gigas*) in eastern Amazon and host-parasite relationship. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1192-1202, 2013.

SAMPAIO, F. G.; BOIJINK, C. de L.; RANTIN, F. T. **O uso do sulfato de cobre em ecossistemas aquáticos: fatores que afetam sua toxicidade em peixes de água doce**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2013. 101 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 91).

Reprodução e melhoramento de organismos aquáticos

ALMEIDA, F. L. Endocrinologia aplicada na reprodução de peixes. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 37, p. 174-180, 2013.

LOPES, J.; CHAGAS, E.; CRESCÊNCIO, R.; MORAES, I.; ALMEIDA, F. Espermato gênese de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) criado em cativeiro. In: AQUACIÊNCIA, 5., 2012, Palmas. **Unir, consolidar e avançar**. Palmas: Aquabio: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2012.

LOUZADA, K. O.; ALMEIDA, F. L. Desenvolvimento testicular de matrinxã (*Brycon amazonicus*). In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 9., 2012, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2012. p. 133-142. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 100)

MIRANDA, W. S. da C.; CRESCÊNCIO, R. Reprodução do tamoatá (*Hoplosternum littorale*) por manipulação ambiental. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 3., 2007, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2008. p. 187-197. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 57).

Parcerias da equipe de aquicultura da Embrapa Amazônia Ocidental

A equipe de aquicultura da Embrapa Amazônia Ocidental trabalha em parceria com Unidades da Embrapa que atuam na área de aquicultura, com instituições de ensino e pesquisa públicas e privadas nacionais e internacionais (Tabela 2). Essa interação ocorre principalmente por meio de projetos em rede.

No cenário futuro vislumbra-se a necessidade de formar novas parcerias com a iniciativa privada, bem como ampliar as parcerias com universidades e instituições de pesquisa nacionais e internacionais.

Tabela 2. Parcerias da equipe de aquicultura da Embrapa Amazônia Ocidental.

Instituição	Nomes
Unidades da Embrapa	<ul style="list-style-type: none"> ● Embrapa Agroindústria de Alimentos (CTAA) ● Embrapa Amazônia Oriental (CPATU) ● Embrapa Agropecuária Oeste (CPAO) ● Embrapa Amapá (CPAFAP) ● Embrapa Agrossilvipastoril (CPAMT) ● Embrapa Meio Ambiente (CNPMA) ● Embrapa Meio Norte (CPAMN) ● Embrapa Pesca e Aquicultura (CNPASA) ● Embrapa Roraima (CPAFRR) ● Embrapa Tabuleiros Costeiros (CPATC) ● Embrapa Informática Agropecuária (CNPTIA)

Tabela 2. Continuação.

Instituição	Nomes
Universidades Públicas	<ul style="list-style-type: none"> • Universidade Federal do Amazonas (Ufam) • Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) • Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) • Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) • Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) • Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) • Universidade Federal de Lavras (Ufla)
Universidades Privadas	<ul style="list-style-type: none"> • Universidade Nilton Lins (Uninilton Lins) • Universidade Vila Velha (UVV)
Institutos de Pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) • Centro de Aquicultura da Unesp (Caunesp) • Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA)
Universidades Estrangeiras	<ul style="list-style-type: none"> • Universidade de Oslo – Noruega • Universidade de Utrecht – Holanda
Institutos de Pesquisa Estrangeiros	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto de Pesquisas Marinhas (IMR) - Noruega

Visão de Futuro: Pesquisas em Aquicultura

Diante da visão de futuro da Embrapa, que é a de “ser um dos líderes mundiais na geração de conhecimento, tecnologia e inovação para a produção sustentável de alimentos, fibras e agroenergia” (EMBRAPA, 2008), a equipe de aquicultura da Embrapa Amazônia Ocidental estruturou suas ações para o horizonte de 2013 a 2023, em consonância com os Objetivos Estratégicos do V Plano Diretor da Embrapa – V PDE (2008-2011-2023) e com as prioridades de pesquisa estabelecidas pelo Portfolio de Projetos em Aquicultura da Embrapa.

É importante destacar, ainda, que as prioridades futuras estabelecidas pelo grupo de pesquisa visam contribuir para solucionar os principais problemas da área de aquicultura no Estado do Amazonas, abaixo apresentados:

- Baixa disponibilidade e qualidade de larvas e alevinos de matrinxã e pirarucu;
- Baixa disponibilidade de rações específicas para atender as necessidades nutricionais das diferentes fases de vida das principais espécies cultivadas no Estado do Amazonas;
- Aumento da ocorrência de doenças parasitárias e bacterianas;
- Aumento da demanda por sistemas produtivos que propiciem crescimento da produção sem a necessidade de novos desmatamentos ou aumento de área;
- Inexistência de sistema de cultivo em tanque-rede recomendado para a Amazônia Central;
- Aumento da demanda por alevinos de tambaqui com melhor desempenho zootécnico

Novos projetos de pesquisa em aqüicultura

Sistemas de produção aquícola

- Estudar a viabilidade técnica e econômica para o cultivo de matrinxã em tanques-rede;
- Desenvolver sistemas de cultivo para tambaqui e matrinxã visando maior produtividade e rentabilidade;
- Testar o cultivo de lotes de tambaqui com 100% de fêmeas, avaliando aumento na produção e na lucratividade da criação.

Nutrição e alimentação de organismos aquáticos

- Desenvolver estudos sobre as exigências nutricionais do tambaqui, matrinxã e pirarucu;
- Testar a inclusão de novos ingredientes nas rações para peixes;
- Propor formulações de rações econômicas, sustentáveis e ambientalmente corretas, para alavancar a produção.

Sanidade de organismos aquáticos

- Realizar levantamento das principais enfermidades que ocorrem no cultivo de tambaqui, matrinxã e pirarucu;
- Desenvolver tecnologias visando a prevenção e controle de doenças parasitárias e bacterianas em tambaqui, matrinxã e pirarucu.

Reprodução e melhoramento de organismos aquáticos

- Desenvolver estudos visando aprimorar tecnologias para reprodução de espécies nativas;
- Desenvolver estudos para o aperfeiçoamento de técnicas de alevinagem de tambaqui, matrinxã e pirarucu;
- Avaliar a produção de alevinos de surubim na Amazônia Ocidental;
- Desenvolver estudos de biologia molecular e genética como subsídio para o avanço da aqüicultura na Amazônia Ocidental.

Pesquisa estratégica em aquicultura

Centro de melhoramento genético

A Embrapa Amazônia Ocidental considera estratégico e prioritário o desenvolvimento de pesquisas para o melhoramento genético de espécies de peixes nativas, o que possibilitará obter em média 15% de incremento na taxa de crescimento por geração, necessitando para isso investir na construção de centro de melhoramento genético de espécies aquícolas. É importante destacar que, além da condução de pesquisas, essa estrutura representaria um centro satélite de difusão de matrizes melhoradas aos produtores de alevinos, bem como um centro de difusão de tecnologias e atividades de capacitação em piscicultura, voltados para nutrição, manejo, reprodução e sanidade de peixes para diversos beneficiários.

Os impactos esperados a partir da criação de um centro de melhoramento genético são:

- Aproveitamento dos recursos naturais disponíveis, como a diversidade de espécies de rápido crescimento;
- Disponibilização de linhagens melhoradas de espécies nativas de interesse comercial ao produtor rural;
- Estruturação e solidificação de uma cadeia produtiva de alta rentabilidade/hectare (quando comparada a outras atividades agropecuárias), gerando divisas para a região, ocupação e renda para a população;
- Facilitação do acesso às formas jovens de rendimento superior, resultando na redução dos custos operacionais da produção;
- Qualificação e fortalecimento da assistência técnica voltada à aquicultura na região amazônica;
- Fomento à formação e à permanência de recursos humanos com interesse no setor e na região, incentivando o desenvolvimento de pesquisas e geração de tecnologias.

A estrutura física que deverá compor o centro de melhoramento genético da Embrapa Amazônia Ocidental consiste de estruturas básicas para a reprodução induzida em massa, específica para reprodutores de tambaqui, com local para manipulação hormonal de reprodutores, extrusão e fecundação de gametas, incubação de larvas e larvicultura em sistema para manutenção de 120 famílias isoladas. Estão previstas, ainda, estruturas (tanques e diques) para a manutenção de reprodutores e peixes selecionados, e para realização de testes a campo de engorda, assim como para captação de água para o abastecimento do centro de melhoramento e para o tratamento/decantação dos efluentes gerados (Figuras 20 e 21).

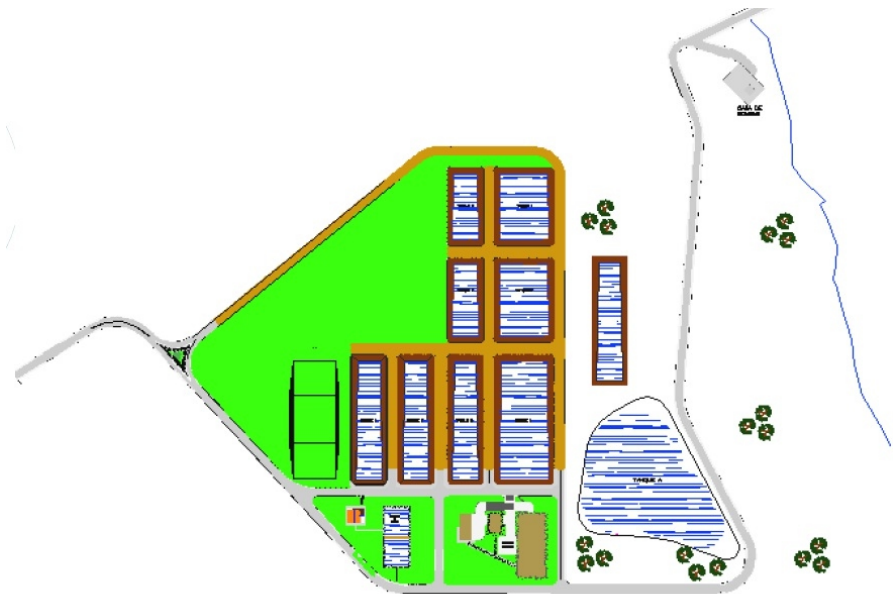


Figura 20. Esquema da implantação geral do Centro de Melhoramento Genético de Espécies Aquícolas.

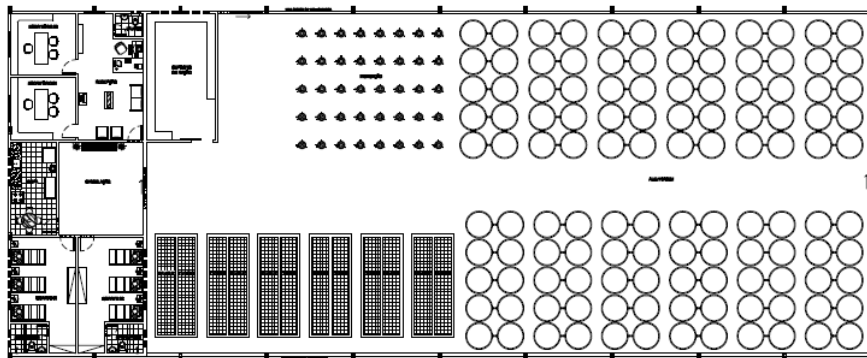


Figura 21. Layout do Centro de Melhoramento Genético de Espécies Aquícolas.

Melhoramento genético do tambaqui

As pesquisas com melhoramento genético animal na Embrapa Amazônia Ocidental serão prioritariamente conduzidas com o tambaqui, que é a principal espécie nativa cultivada no Brasil.

As primeiras ações da Embrapa com melhoramento genético no âmbito do Projeto Aquabrazil conseguiram formar 62 famílias de tambaqui, sendo selecionados reprodutores de alto desempenho para taxa de crescimento. Dando prosseguimento a essas ações, a equipe de aquicultura da Embrapa Amazônia Ocidental apresenta as suas principais atividades de pesquisa a serem desenvolvidas no âmbito do Programa de Melhoramento Genético do Tambaqui (Figura 22), descritas abaixo:

- Realizar a caracterização genética dos reprodutores de tambaqui da região de Manaus, visando à formação de novas famílias para o programa de melhoramento genético do tambaqui;
- Realizar testes a campo no Estado do Amazonas com famílias de tambaqui oriundas do programa de melhoramento genético (Aquabrazil/Embrapa);
- Avaliar as exigências nutricionais e formular rações específicas para as linhagens melhoradas de tambaqui;

- Identificar as principais enfermidades que ocorrem na criação de linhagens melhoradas de tambaqui;
- Propor sistemas de criação para linhagens melhoradas de tambaqui;
- Estabelecer e consolidar o programa de melhoramento genético do tambaqui.

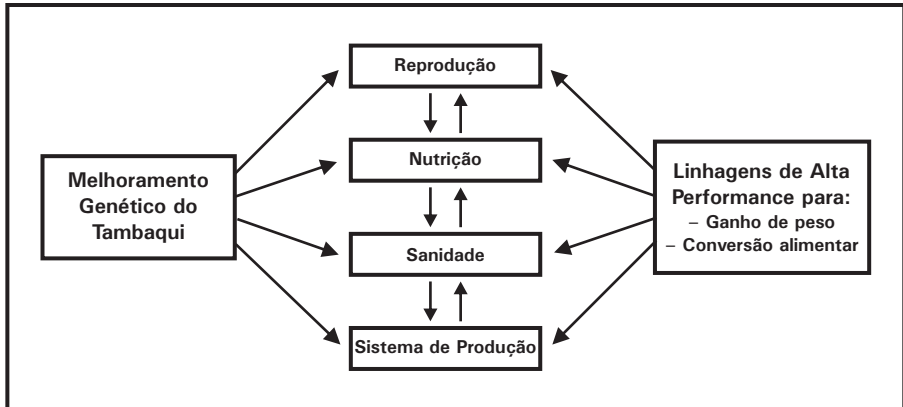


Figura 22. Pesquisa estratégica em aqüicultura da Embrapa Amazônia Ocidental.

Referências

ALCANTARA, F. B.; GUERRA, H. F. Cultivo del paiche, *Arapaima gigas*, utilizando bujurqui, *Cichlassoma bimaculatum*, como presa. **Folia Amazonica**, v. 4, p. 129-139, 1992.

ARAÚJO, L. D.; CHAGAS, E. C.; GOMES, L. C.; BRANDÃO, F. R. Efeito de banhos terapêuticos com formalina sobre indicadores fisiológicos de estresse em tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, p. 217-221, 2004.

ARAÚJO, L. D.; CHAGAS, E. C.; MALTA, J. C. O.; VARELLA, A. B. Avaliação da administração de dietas com mebendazol sobre os monogênóideos parasitas de brânquia do tambaqui *Colossoma macropomum*. Trabalho apresentado no Aquaciência 2006, Bento Gonçalves.

ARAÚJO-LIMA, C. A.; GOULDING, M. **Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia**. S.l.: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília, DF: CNPq, 1998. 186 p.

ARBELÁEZ-ROJAS, G. A.; FRACALOSI, D. M.; FIM, J. I. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistema de cultivo intensivo, em igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 1059-1069, 2002.

ARBELÁEZ-ROJAS, G. A.; INOUE, L. A. K. A.; MORAES, G. Atividade proteolítica e crescimento de matrinxã em natação sustentada e alimentado com dois níveis de proteína. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, p. 1521-1529, 2011.

ARBELÁEZ-ROJAS, G. A.; MORAES, G. Interação do exercício de natação sustentada e da densidade de estocagem no desempenho e na composição corporal de juvenis de matrinxã *Brycon amazonicus*. **Ciência Rural**, v. 39, p. 201-208, 2009.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES. **Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades**. S.I., 2012. p. 421-463. (BNDES Setorial 35).

BOIJINK, C.; INOUE, L. A. K. A.; CHAGAS, E. C.; CHAVES, F. C. M. Boas práticas de manejo na piscicultura para conservação da qualidade ambiental: uso de produtos naturais como anti-helmíntico em tambaqui. In: SEMINÁRIO PRODUTIVIDADE AGROPECUÁRIA E BENEFÍCIOS SOCIOAMBIENTAIS DAS PESQUISAS DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 1., 2011, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2011. p. 41-45. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 88).

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C. ARAÚJO, L. D.; SILVA, A. L. F. Densidade de estocagem de matrinxã (*Brycon amazonicus*) na recria em tanque-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, p. 299-303, 2005.

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C. Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 36, p. 349-356, 2006.

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L. D. Densidade de estocagem durante a recria de tambaqui em tanque-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, p. 357-362, 2004.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura 2011**. Brasília, DF, 2013. 60 p.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura 2010**. Brasília, DF, 2012. 128 p.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Produção pesqueira e aquícola – Estatística 2008 e 2009**. Brasília, DF, 2010. 30 p.

CARVALHO, E. S.; GOMES, L. C.; BRANDAO, F. R.; CRESCÊNCIO, R.; CHAGAS, E. C.; ANSELMO, A. A. S. O uso do probiótico Efinol I durante o transporte de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p. 1322-1327, 2009.

CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D. R.; GANDRA, A. L.; CRESCÊNCIO, R. Controle da taxa de mortalidade de pirarucu, *Arapaima gigas*, naturalmente parasitado por *Dawestrema* sp. (Monogenea: Dactilogiriyidae. In: URBINATI, E. C.; CYRINO, J. E. P. (Org.). XII Simpósio Brasileiro de Aquicultura. Jaboticabal: Aquabio, 2003. v. 2. p. 107-115.

CHAGAS, E. C.; MESQUITA-SAAD, L. S. B.; ARIDE, P. H.; MENDES, F. A.; ALMEIDA-VAL, V. M. F.; VAL, A. L. Vitamins C, D and E in fish. In: VAL, A. L.; KAPOOR, B. G. (Org.). **Fish adaptation**. Enfield: Science Publishers, 2003. p. 141-178.

CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L. D.; BOIJINK, C. L.; INOUE, L. A. K. A.; GOMES, L. C.; MORAES, F. R. Respostas de tambaquis ao estresse por transporte após alimentação com dietas suplementadas com β -glucano. **Biotemas**, v. 25, p. 221-227, 2012.

CHAGAS, E. C.; DAIRIKI, J. K.; BOIJINK, C. L.; INOUE, L. A. K. A.; CHAVES, F. C. M. Inclusão do óleo essencial de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*) na dieta do tambaqui (*Colossoma macropomum*) para controle de monogenóides. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PATOLOGISTAS DE ORGANISMOS AQUÁTICOS, 11., 2012, Bonito, MS. **Sanidade e ambiente aquático: compromisso com a sustentabilidade: [resumos]**. Maringá: ENBRAPOA, 2012. 1 CD-ROM.

CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L. D.; GOMES, L. C.; MALTA, J. C. O.; VARELLA, A. M. B. Efeito do cloreto de sódio sobre as respostas fisiológicas e controle de helmintos monogenóides em tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 42, p. 439-444, 2012.

CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L. D.; SILVA, A. L. F.; GOMES, L. C.; BRANDÃO, F. R. Respostas fisiológicas de tambaqui a banhos terapêuticos com mebendazol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, p. 713-716, 2006.

CHAGAS, E. C.; GOMES, L. C.; MARTINS JÚNIOR, H.; ROUBACH, R. Produtividade de tambaqui criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. **Ciência Rural**, v. 37, p. 1109-1115, 2007.

CHAGAS, E. C.; GOMES, L. C.; MARTINS JÚNIOR, H.; ROUBACH, R.; LOURENÇO, J. N. P. Desempenho de tambaqui cultivado em tanques-rede, em lago de várzea, sob diferentes taxas de alimentação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, p. 833-835, 2005.

CHAGAS, E. C.; LOURENÇO, J. N. P.; GOMES, L. C.; VAL, A. L. Desempenho e estado de saúde de tambaquis cultivados em tanques-rede sob diferentes densidades de estocagem. In: URBINATI, E. C.; CYRINO, J. E. P. (Org.). **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Aquicultura**. Jaboticabal, 2003. p. 83-93.

CHAGAS, E. C.; PILARSKI, F.; SAKABE, R.; MASSAGO, H.; FABREGAT, T. E. H. P. Suplementos na dieta para manutenção da saúde de peixes. In: TAVARES-DIAS, M. (Org.). **Manejo e sanidade de peixes em cultivo**. Macapá: Embrapa Amapá, 2009.

CHAGAS, E. C.; VAL, A. L. Ascorbic acid reduces the effects of hypoxia on the Amazon fish tambaqui. **Journal of Fish Biology**, v. 69, p. 608-612, 2006.

CHAGAS, E. C.; VAL, A. L. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, p. 397-402, 2003.

CRESCÊNCIO, R.; ITUASSU, D. R.; ROUBACH, R.; PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B. A. S.; GANDRA, A. L. Influência do período de alimentação no consumo e ganho de peso do pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, p. 1217-1222, 2005.

CYRINO, J. E. P.; CASTAGNOLLI, N.; PEREIRA-FILHO, M. Digestibilidade da proteína de origem animal e vegetal pelo matrinxã (*Brycon cephalus* GUNTHER, 1869) (Eusteiostei, Characiformes, Characidae). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 4., 1986, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso, Funep, 1986. p. 49-62.

DAIRIKI, J. K.; CORREA, R. B.; INOUE, L. A. K. A; MORAIS, I. S. M. Feijão-caupi autoclavado na nutrição de juvenis de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 48, p. 450-453, 2013.

DAIRIKI, J. K.; SILVA, T .B. A. **Revisão de literatura**: exigências nutricionais do tambaqui – compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2011. 44 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 91).

EMBRAPA. **V Plano Diretor da Embrapa (2008-2011-2023)**. Brasília, DF, 2008. 43 p.

EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL. **Relatório de atividade de 2006 - 2010**. Manaus, 2010. 68 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 78).

FERREIRA, E. J. G. Recursos pesqueiros amazônicos: uma análise conjuntural. In: VAL, A. L.; SANTOS, G. M. (Org.). **Grupo de Estudos Estratégicos Amazônicos**. Manaus: INPA, 2009. Tomo II.

FIM, J. D. I.; GUIMARÃES, S. F.; STORFI FILHO, A.; BOBOTE, A. G.; NOBRE FILHO, G. R. **Manual de criação de matrinxã (*Brycon amazonicus*) em canais de igarapés**. Manaus: INPA, 2009. 46 p.

GANDRA, A. L.; ITUASSU, D. R.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; CRESCÊNCIO, R.; CAVERO, B. A. S. Pirarucu growth under different feeding regimes. **Aquaculture International**, v. 10, p. 1-6, 2006.

GANDRA, A. L. **O Mercado de pescado da região metropolitana de Manaus**. S.I.: CFC, INFOPECA. 2010, 84 p. (Série: O mercado do pescado nas grandes cidades latino-americanas).

GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; MARTINS JÚNIOR, H.; ROUBACH, R.; ONO, E. A.; LOURENÇO, J. N. P. Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. **Aquaculture**, v. 253, p. 374-384, 2006.

GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; BRINN, R. P.; ROUBACH, R.; COPPATI, C. E.; BALDISSEROTTO, B. Use of salt during transportation of air breathing pirarucu juveniles (*Arapaima gigas*) in plastic bags. **Aquaculture**, v. 256, p. 521-528, 2006.

GOMES, L. C.; SIMÕES, L. N.; ARAÚJO-LIMA, C. Tambaqui *Colossoma macropomum*. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. de C. (Org.).

Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria: UFSM, 2010. p. 175-204.

GOMES, L. C.; URBINATI, E. C. Matrinxã *Brycon amazonicus*. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (Org.).

Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria: UFSM, 2005. p. 149-174.

GOMES, L. C.; BALDISSEROTTO, B.; SENHORINI, J. A. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of the matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae), in ponds. **Aquaculture**, v. 183, p. 73-81, 2000.

GOMES, L. C.; BRANDÃO, F. R.; CHAGAS, E. C.; FERREIRA, M. F. B.; LOURENÇO, J. N. P. Efeito do volume do tanque-rede na produtividade de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recria. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, p. 111-113, 2004.

GOULDING, M. **The fishes and the forest: explorations in Amazonian Natural History**. Berkeley: University of California Press, 1980. 200 p.

GRAEF, E. W. As espécies de peixes com potencial para criação no Amazonas. In: VAL, A. L.; HONCZARYK, A. (Ed.). **Criando peixes na Amazônia**. Manaus: INPA, 1995. p. 29-44.

IMBIRIBA, E. M. **Produção e manejo de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas* (CUVIER)**. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1991. 19 p. (EMBRAPA-CPATU. Circular Técnica, 57).

IMBIRIBA, E. P. Potencial da criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 31, n. 2, p. 299-316, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE.

2012. **Estimativas populacionais para os municípios brasileiros em**

01.07.2012. Disponível em:

< www.ibge.gov.br/home/estatistica/estimativa2012/estimativa_dou.sh
tm >. Acesso em: 03 ago. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS

NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Produção brasileira da aqüicultura**

continental, por Estado e espécie, para o ano de 2005: estatística da

aqüicultura e pesca no Brasil – ano 2005. Brasília, DF: SEAP, 2005.

101 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS

NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Estatística da pesca 2006 Brasil:**

grandes regiões e unidades da federação. Brasília, DF, 2007. 174 p.

ITUASSU, D. R.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; CRESCÊNCIO, R.;

CAVERO, B. A. S.; GANDRA, A. L. Níveis de proteína bruta para juvenis

de pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, p.

255-259, 2005.

IZEL, A. C. U.; MELO, L. A. S. **Criação de tambaqui (*Colossoma*
macropomum) em tanques escavados no Estado do Amazonas.**

Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental,

2004. 19 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 32).

IZEL, A. C. U. Alimentação fator essencial de produção. In: SIMPÓSIO

DE PISCICULTURA DO ESTADO DO AMAZONAS, 1994, Manaus.

Relatório. Manaus: Brasil Norte Eventos, 1994. v. 1. p. 46-57.

IZEL, A. C. U.; CRESCÊNCIO, R.; O`SULLIVAN, F. F. L. A.; CHAGAS,

E. C.; BOIJINK, C. L.; SILVA, J. I. **Produção intensiva de tambaqui em**

tanques escavados com aeração. Manaus: Embrapa Amazônia

Ocidental, 2013. 4 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnica

39.

IZEL, A. C. U.; PEREIRA-FILHO, M.; MELO, L. A. S.; MACEDO, J. L. V. Avaliação de níveis proteicos para a nutrição de matrinxã (*Brycon cephalus*). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, p. 179-184, 2004.

LOPES, M. L. B.; COSTA, P. A.; SANTOS, J. S. B.; CUNHA, S. J. T.; SANTOS, M. A. S.; SANTANA, A. C. **Mercado e dinâmica espacial da cadeia produtiva da pesca e aquicultura na Amazônia**. S.l.: Banco da Amazônia, 2010. 51 p.

LOUZADA, K. O.; ALMEIDA, F. L. Desenvolvimento testicular de matrinxã (*Brycon amazonicus*). In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 9., 2012, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2012. p. 133-142. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 100).

MARINHO-PEREIRA, T.; BARREIROS, N. R.; CRAVEIRO, J. M. C.; CAVERO, B. A. S. O desempenho econômico na produção de tambaqui comparando dois sistemas de criação na Amazônia Ocidental. **Revista Ingepro**, v. 1, p. 78-84, 2009.

MARTINS-JUNIOR, H. **Caracterização da piscicultura do tambaqui (*Colossoma macropomum*) e dos seus efluentes na despesca: subsídios para a implementação das boas práticas de manejo da piscicultura no município de Rio Preto da Eva/AM**. Manaus: INPA/UFAM, 2009. 202 p.

MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; ANDRADE, P. C. M.; SILVA, A. V.; HOSSAINELIMA, M. G. **Criação de tartaruga da Amazônia (*Podocnemis expansa*)**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2003. 14 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 26).

MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; RODRIGUES, F. M. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no Estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. 30 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 18).

MENDONÇA, J. O. J.; SENHORINI, J. A.; FONTES, N. A.; CANTELMO, O. A. Influência da fonte protéica no crescimento do matrinxã *Brycon cephalus* GUNTHER, 1869 (TELEOSTEI, CHARACIDAE) em viveiros.

Boletim Técnico do Cepta, v. 6, p. 51-57, 1993.

MIRANDA, W. S. da C.; CRESCÊNCIO, R. Reprodução do tamoatá (*Hoplosternum littorale*) por manipulação ambiental. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 3., 2007, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2008. p. 187-197. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 57).

MOURA CARVALHO, L. O. D.; NASCIMENTO, C. N. B. **Engorda de pirarucus (*Arapaima gigas*) em associação com búfalos e suínos**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1992. 21 p. (EMBRAPA-CPATU. Circular Técnica, 65).

PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B. A. S.; ROUBACH, R.; ITUASSU, D. R.; GANDRA, A. L.; CRESCÊNCIO, R. Cultivo do pirarucu (*Arapaima gigas*) em viveiro escavado. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 33, p. 715-719, 2003.

QUEIROZ, J. F.; LOURENÇO, J. N. P.; KITAMURA, P. C. **A Embrapa e a aqüicultura: demandas e prioridades de pesquisa**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 35 p. (Texto para discussão, 11).

REBELATTO JUNIOR, I. A. **Levantamento da atuação da Embrapa em pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia nas áreas de Pesca e Aquicultura**. Palmas, TO: s.n., 2013. 217 p.

ROLIM, P. R. A infra-estrutura básica para criação de peixes na Amazônia. In: VAL, A. L.; HONCZARYK, A. (Ed.). **Criando peixes na Amazônia**. Manaus: INPA, 1995. p. 27-43.

ROUBACH, R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; LOURENÇO, J. N. P. **Nutrição e manejo alimentar na piscicultura**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2002. 14 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 23).

SENHORINI, J. A.; MANTELATTO, F. L. M.; CASANOVA, S. M. C. Growth and survival of larvae of the Amazon species "matrinxã", *Brycon cephalus* (Pisces, Characidae), in larviculture ponds. **Boletim Técnico do CEPTA**, v. 11, p. 13-28, 1998.

SILVA, A. L. F.; CHAGAS, E. C. Toxicidade aguda do paration metílico para o tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 3., 2008, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2008. p. 198-208. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 57).

SILVA, A. L. F.; CHAGAS, E. C.; GOMES, L. C.; ARAÚJO, L. D.; SILVA, C. R.; BRANDÃO, F. R. Toxicity and sublethal effects of potassium permanganate in tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 37, p. 318-321, 2006.

SILVA, C.; GOMES, L.; BRANDAO, F. Effect of feeding rate and frequency on tambaqui (*Colossoma macropomum*) growth, production and feeding costs during the first growth phase in cages. **Aquaculture**, v. 264, p. 135-139, 2007.

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS - SUFRAMA. **Potencialidades regionais: estudo de viabilidade econômica Piscicultura**. Manaus, 2003. 18 p.

Tefé, Amazonas. 1998. 186p.

VENTURIERI, R.; BERNARDINO, G. Pirarucu espécie ameaçada pode ser salva através do cultivo. **Panorama da Aquicultura**. v. 9, n. 53, p. 13-21, 1999.

VIEIRA, V.; INOUE, L. A. K. A.; MORAES, G. Effects of the dietary protein on the metabolic response of matrinxa (*Brycon cephalus*). **Comparative Biochemistry and Physiology A, Molecular & Integrative Physiology**, v. 140, p. 337-342, 2005.

Embrapa

Amazônia Ocidental

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

G O V E R N O F E D E R A L
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA