

**Universidade Brasil
Campus Descalvado**

ELISSA GONÇALVES DE OLIVEIRA E SILVA

**MANEJO DA REPRODUÇÃO DO PIRARUCU (*Arapaima gigas*) NA
PISCICULTURA BOA ESPERANÇA, NO ESTADO DE RONDÔNIA,
BRASIL**

PIRARUCU (*Arapaima gigas*) REPRODUCTION MANAGEMENT AT BOA
ESPERANÇA FISH FARM, STATE OF RONDÔNIA, BRAZIL

Descalvado, SP

2016

Elissa Gonçalves de Oliveira e Silva

**MANEJO DA REPRODUÇÃO DO PIRARUCU (*Arapaima gigas*) NA
PISCICULTURA BOA ESPERANÇA, NO ESTADO DE RONDÔNIA, BRASIL**

Orientador: Dr. Gabriel Maurício Peruca de Melo

Coorientador: M.e Edson Silva

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, Campus de Descalvado, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Descalvado, SP

2016

Ficha catalográfica

S579m Silva, Elissa Gonçalves de Oliveira e
Manejo da reprodução do Pirarucu (*Arapaima gigas*)
na Psicultura Boa Esperança, no Estado de Rondônia,
Brasil / Elissa Gonçalves de Oliveira e Silva. -- Descalva-
do, 2016.
64 f. : il. ; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Bra-
sil, como complementação dos créditos necessários para
obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientador: Prof^o Dr. Gabriel M. Peruca de Melo

Co-orientador: Me. Edson Silva

1. Sexagem. 2. Alevinos. 3. Alimento. I. Título.

CDD 639.3098111

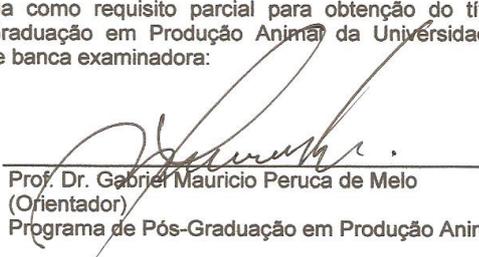
Programa de Mestrado Profissional em Produção Animal

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

ELISSA GONÇALVES DE OLIVEIRA E SILVA

“MANEJO DA REPRODUÇÃO DO PIRARUCU NA PISCICULTURA BOA ESPERANÇA, RONDÔNIA”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Camilo Castelo Branco, pela seguinte banca examinadora:



Prof. Dr. Gabriel Mauricio Peruca de Melo
(Orientador)
Programa de Pós-Graduação em Produção Animal



Prof. Dr. Kathery Brennecke
Programa de Pós-Graduação em Produção Animal



Prof. Dr. Wanerley José de Melo
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária
UNESP-Jaboticabal

Descalvado, 21 de Março de 2016

Prof. Dr. Gabriel Mauricio Peruca de Melo
Presidente da Banca

Programa de Mestrado Profissional em Produção Animal
Avenida Hilário da Silva Passos, 950. CEP: 13690-970. Descalvado – SP
Contatos: (19) 3593.8510 ou strictosensu.des@unicastelo.br
www.unicastelo.com.br/ppgpa

Termo de Autorização**Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respetivo Programa da UNICASTELO e no Banco de Teses da CAPES**

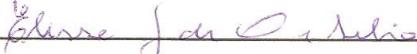
Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a UNICASTELO a disponibilizar através do site <http://www.unicastelo.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

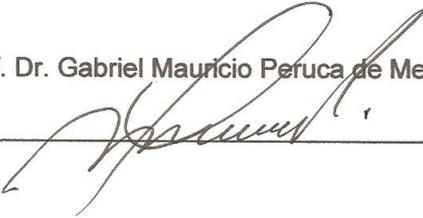
Título do Trabalho: **“MANEJO DA REPRODUÇÃO DO PIRARUCU NA PISCICULTURA BOA ESPERANÇA, RONDÔNIA”**

Autor(es):

Discente: **Elissa Gonçalves de Oliveira e Silva**

Assinatura:  _____

Orientador: **Prof. Dr. Gabriel Mauricio Peruca de Melo**

Assinatura: _____


Data: 21 de março de 2016

DEDICATÓRIA

Aos meus pais

Edson Silva e Eneida Gonçalves de Oliveira e Silva.

Aos irmãos

Estela Miriam de Oliveira e Silva e Eduardo Lysias de Oliveira e Silva

Ao Senhor Megumi Yokoyama e família

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que me deu discernimento e coragem para enfrentar todas as adversidades encontradas nessa caminhada. Esteve comigo em todos os momentos, cuidou e me protegeu.

A minha família, meus pais, por todo ensinamento e apoio incondicional. Aos meus irmãos pelo apoio e compreensão.

Aos avós queridos, Ana Serafim de Silva (*in memoriam*), Miguel José da Silva, Teresina Gonçalves de Oliveira, Lysias de Oliveira (*in memoriam*).

A família de Megume Yokoyama (Sr Pedrinho), pelo apoio logístico, pelo acompanhamento diário nos viveiros, pela experiência de vida que me proporcionaram.

Ao Prof. Dr. Gabriel Maurício Peruca de Melo pela orientação e aos demais professor do programa.

A minha família de sangue e a que formei em Rondônia que sempre me deram apoio nessa jornada.

Enfim, obrigada a todos que me ajudaram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

Meu muito obrigada!

“Nem tudo que se enfrenta pode ser modificado. Mas nada pode ser modificado até que seja enfrentado”

James Baldwin

MANEJO DA REPRODUÇÃO DO PIRARUCU (*Arapaima gigas*) NA PISCICULTURA BOA ESPERANÇA, NO ESTADO DE RONDÔNIA, BRASIL

RESUMO

Um cenário de grande importância na preservação de espécies ameaçadas de extinção, devido à exploração predatória desenfreada nos rios da Amazônia, é a adoção do cultivo comercial dessas espécies. A determinação do sexo em espécies cultivadas é um pré-requisito para reprodutores em constituição e, conseqüentemente, interferem no retorno econômico da atividade, este fato é particularmente verdadeiro para grandes peixes que não apresentam diferença morfológica entre macho e fêmea. No Pirarucu, a principal dificuldade para o desenvolvimento do manejo reprodutivo da espécie em cativeiro ocorre por conta da diferenciação sexual, pois não há caracteres sexuais secundários que permita a correta diferenciação entre os sexos, dificultando a otimização das condições de reprodução e produção de alevinos. O objetivo desse ensaio foi contextualizado através da análise de escrituração zootécnica e acompanhamento, *in loco*, de duas unidades comerciais produtoras de alevinos de Pirarucu localizados nos municípios de Pimenta Bueno e Primavera, Rondônia, que passaram a adotar a sexagem por kit sanguíneo na formação de casais reprodutores. O acompanhamento *in loco* das atividades entre os meses de maio de 2014 a dezembro de 2015 e a análise da escrituração zootécnica propiciaram o mapeamento da evolução de produção de alevinos. As desovas aconteceram de forma parcelada entre os meses de outubro a meados de março, com taxa de sobrevivência larvária da ordem de 81,5. Houve evolução do índice de natalidade em 7,14 vezes, a considerar os períodos 2014/15 em relação à 2010/11. A análise de custos e econômica demonstraram que a sexagem eleva o custo de produção, porém promover maior retorno econômico. Um fator observado, na análise dos dados obtidos, diz respeito a área de tanques/casal, sendo observado melhores resultados reprodutivos em tanques com área superior a 400 m² por casal.

Palavras chave: sexagem, alevinos, alimento.

PIRARUCU (*Arapaima gigas*) REPRODUCTION MANAGEMENT AT BOA ESPERANÇA FISH FARM, STATE OF RONDÔNIA, BRAZIL

ABSTRACT

A scenario of great importance in the preservation of species threatened with extinction, due to predatory exploitation rampant in the rivers of the Amazon, is the adoption of commercial cultivation of these species. Sex determination in species cultivated is a prerequisite for in the Constitution and thus interfere with the economic return of activity, this fact is particularly true for large fish do not show morphological difference between male and female. In Arapaima, the main difficulty for the development of the reproduction of the species in captivity on the sexual differentiation occurs, because there are no secondary sex characters that allows the correct differentiation between the sexes, making it difficult to optimize the conditions for breeding and production of fingerlings. The objective of this test was contextualized by analyzing zootechnical bookkeeping and monitoring, in situ, of two commercial units producing fingerlings of Arapaima located in the towns of Pimenta Bueno and Primavera, Rondônia, which passed to adopt the sexing blood kit in the formation of breeding pairs. The on-site monitoring of activities between may of 2014 to December 2015 and the analysis of the zootechnical bookkeeping led to the mapping of the evolution of the production of fingerlings. The spawns happened so splitted between the months of October to mid-March, with larval survival rate of 81.5 order. There have been changes in the birth index in 7.14 times, considering the 2014/3:00 pm periods relative to 2010/11. Cost and economic analysis have shown that the production cost rises sexing, but promote greater economic return. A factor noted in the analysis of the data obtained, concerns the area of tanks/couple, being watched best results in reproductive tanks with area greater than 400 m² per couple.

Keywords: sexing, fry, feed

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

FAO - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação

IBAMA- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPA- Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

MPA- Ministério da Pesca e Aquicultura

OMS - Organização Mundial de Saúde

SUFRAMA - Superintendência da Zona Franca de Manaus

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Viveiros na piscicultura Boa Esperança.	34
Figura 2: Proprietario Megume Yokoyama com um exemplar de pirarucu.	35
Figura 3: Coleta das larvas no viveiro.	36
Figura 4: Larvas coletadas.....	36
Figura 5: Separação de alevinos conforme o tamanho.	37
Figura 6: Resultado do teste de sexagem.....	38
Figura 7: Formação de casais de pirarucu 2014/2015.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Referente área do viveiro e quantidade de desovas no ano 2014/2015	40
Tabela 2: Produção de alevinos no ano 2014/2015	41
Tabela 3: Histórico de produção de alevinos durante os anos 2010 a 2015.....	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Relevância do tema	16
1.2.1. Aspectos históricos e culturais dos rios amazônicos.....	17
1.2.2. Pescado: importância econômica	18
1.2.4. Piscicultura de água doce	20
1.2.6. Produção de alevinos em cativeiro	23
1.2.7. Pirarucu- <i>Arapaima gigas</i>	24
1.2.8. Aspecto reprodutivo do pirarucu	26
1.3. Objetivos	29
1.3.1. Geral	29
1.3.2. Específicos.....	29
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
2.1. Tipo de Estudo	31
2.1.1. Manejo dos viveiros.....	31
2.1.2 Manejo da alimentação das matrizes	31
2.1.3 Manejo no processo reprodutivo	32
2.2. Características do local de estudo	32
2.3. Características da amostra	33
2.4. Número amostral e sexagem de matrizes	34
2.5. Coleta de dados.....	37
3. RESULTADOS	38
4. DISCUSSÃO	42
5. CONCLUSÕES	46
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1. INTRODUÇÃO

Além de ser um grupo amplamente representativo em espécies, os peixes estão entre os recursos naturais mais importantes, provendo um número superior a 100 milhões de toneladas, ao ano, de biomassa no mundo [1].

O valor nutricional do pescado e a divulgação de estudos que o associam com melhorias para a saúde têm causado, nos últimos anos, um aumento de interesse por esse alimento [2].

A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda o consumo *per capita* de 12 kg de pescado/ano. A média de consumo mundial *per capita* é de 18 kg/ano, no entanto, a média da América Latina e Caribe é de 9 kg/ano. No Brasil, o consumo *per capita* de pescado aumentou de 4 kg/ano para 9 kg/ano, nos últimos oito anos, graças a políticas e campanhas para estimular seu consumo [3].

O Brasil, detendo cerca de 12% da água doce mundial em conjunto com ótimas condições climáticas, ainda apresenta baixa produtividade na piscicultura intensiva e semi-intensiva, quando comparada à produção mundial [4].

A escolha do local para a implementação de uma piscicultura está intimamente relacionada à espécie escolhida e vice-versa, uma vez que as condições de clima são fundamentais para o sucesso do empreendimento, principalmente no que diz respeito à distribuição de temperaturas ao longo do ano, já que as diferentes espécies possuem distintas faixas de temperatura ótima para crescimento [5].

O Pirarucu é um peixe nativo do Brasil, Colômbia, Peru e República Cooperativista da Guyana. No Brasil, está distribuído nos rios Araguaia, Tocantins, Solimões e Amazonas [6; 7; 8; 9].

Na Região Amazônica, o pirarucu é provavelmente a espécie que apresenta as melhores perspectivas para a criação em regime intensivo. Apresenta grande velocidade de crescimento, podendo alcançar 10 kg no primeiro ano de criação, [8; 10], rusticidade ao manuseio, respiração aérea [11;12], facilidade de ser treinado para aceitar ração extrusada [13], e suporte

de altas densidades de estocagem [14]. É uma espécie de desova em água parada, o que facilita sua reprodução em açude e viveiro [15].

A principal dificuldade para o desenvolvimento do manejo reprodutivo do Pirarucu em cativeiro ocorre por conta da diferenciação sexual, pois não há caracteres sexuais secundários que permita a correta diferenciação entre os sexos por um observador.

A discriminação entre os sexos por meio de critérios visuais só é possível de maneira eficiente nos dias que antecedem à desova, quando a coloração vermelha do macho se torna mais intensa, contrastando com o restante do corpo escuro e deixando-o aparentemente mais colorido em relação às fêmeas. Já a coloração das fêmeas, nesta mesma época, torna-se mais pálida em relação aos machos [16].

A introdução de exames de identificação do gênero da espécie Pirarucu, como prática reprodutiva, pode facilitar a formação de casais, aumentando a eficiência e a lucratividade do sistema de produção de alevinos.

1.1. Relevância do tema

O aumento significativo da população global, a redução do espaço produtivo e expectativa de vida em alta, com evidente depleção dos recursos pesqueiros pela pesca exploratória, tem impulsionando a criação de um novo modelo de abastecimento dessa rica fonte alimentar.

Os peixes, comprovadamente, apresentam composição lipídica mais salutar, proteínas contendo muitos aminoácidos essenciais, o que os tornam alimento chave para a alimentação humana. Diante de um quadro de respeito ao meio ambiente, a aquicultura é atividade economicamente emergente e racional na competição pelo recurso água, cada vez mais escasso.

Um cenário de grande importância na preservação de espécies ameaçadas de extinção, devido à exploração predatória desenfreada nos rios da Amazônia, torna racional o cultivo dessas espécies em cativeiro, com finalidade econômica e posteriormente, na instalação de programas adequados de repovoamento em áreas impactadas.

Muitos peixes de interesse comercial apresentam disfunções reprodutivas quando criados em cativeiro. No entanto, a reprodução tem sido considerada a chave que abre a porta para o sucesso das primeiras fases larvais, metamorfoses e engorda até o tamanho comercial. Sobretudo, porque a reprodução em cativeiro permite a domesticação e o uso de técnicas de melhoramento genético [18].

Por apresentar características zootécnicas especiais o pirarucu se mostrou a espécie que apresenta as melhores perspectivas para a criação em regime intensivo. No entanto, um grande entrave no manejo reprodutivo da espécie em cativeiro ocorre por conta da diferenciação sexual. A discriminação entre os sexos por meio de critérios visuais só é possível nos dias que antecedem à desova [19; 20]. As desovas parceladas dessa espécie em várias fases do ciclo reprodutivo dificultam o zelo e acompanhamento de suas larvas, extremamente sensíveis nos primeiros dias de vida, o que acarreta perda significativa de produção.

1.2. Fundamentação

1.2.1. Aspectos históricos e culturais dos rios amazônicos

Na Amazônia, a água é primordial para o homem porque, além de sua função fisiológica, ela representa o principal meio de transporte, o principal meio de obtenção de energia e de produção de alimento [21].

Os peixes da Amazônia se destacam pelo elevado número de espécies, constituem cerca de 10% da ictiofauna de água doce do mundo, e 80% da ictiofauna brasileira. Os peixes constituem a principal fonte de alimentação, trabalho, lazer e renda da população local, cujo consumo “per capita” é da ordem de 100 kg/ano, isto é, mais de seis vezes a média mundial. Sem dúvida, a atividade pesqueira, incluindo também os recursos da pesca esportiva, da pesca de peixes ornamentais e da piscicultura, constitui um dos maiores sustentáculos da economia amazônica e brasileira, gerando mais de 100 mil empregos diretos e cerca de 10 vezes esse número se forem considerados os empregos indiretos [22].

Segundo Ostrensky [23] os recursos aquáticos continentais constituem componente essencial de todos os ecossistemas terrestres. A escassez generalizada de água, a destruição gradual e o agravamento da poluição dos recursos hídricos em muitas regiões do mundo, ao lado da efetivação progressiva de atividades incompatíveis, têm exigido cada vez mais o planejamento e manejo integrado desses recursos.

Com a evolução da questão ambiental e das condições que o planeta apresenta o cultivo racional de organismos aquáticos, a aquicultura é atividade economicamente emergente na competição pelo recurso água, [24]. Atualmente, a aquicultura enfrenta o desafio de moldar-se ao conceito de sustentabilidade, o que implica em agregar novos valores à produção de conhecimento e às práticas do setor.

1.2.2. Pescado: importância econômica

Além da produção de alimentos, deve-se destacar que a aquicultura brasileira também possui grande importância na preservação de espécies ameaçadas de extinção, devido a cultivo dessas espécies em cativeiro e posteriormente, na instalação de programas adequados de repovoamento em áreas impactadas. Porém, sabe-se que o sucesso do cultivo de uma espécie só é obtido com o conhecimento da biologia dessa espécie e, em especial da biologia reprodutiva. Estes recursos são intensamente explorados na pesca extrativista, levando várias espécies de peixes com interesse comercial à exploração excessiva, e não sustentável [25].

Em relatório apresentado por Rocha e Rocha [26] divulgando o Panorama da Produção Mundial e Brasileira de Pescado, 2013, o perfil da aquicultura brasileira em termos da representatividade das espécies cultivadas, de acordo com as referidas estatísticas para o ano de 2008, a liderança da produção ficou por conta de tilápias (33,08%), do camarão marinho (22,40%), o qual apresentou uma redução de (-31,94%) em relação a 2003, da carpa (12,61%) que também teve sua produção de 2003 (50.400 t) reduzida para

36.631,5 t (-27,38%) no mesmo período, do tambaqui (10,54%), do pacu (4,27%), dos mexilhões (4,14%), do tambacu (3,10%) e de outros (9,85%).

De acordo com Boletim estatístico da pesca e aquicultura de 2011, [27], o Estado do Amazonas, em 2010, assim como nos anos de 2008 e 2009, foi o maior produtor de pescado de água doce do Brasil com 70.896 t (28,5% do total capturado), seguido pelos estados do Pará (50.949 t) e do Maranhão (22.944 t). Em 2010 foi observado um crescimento na produção da pesca continental dos estados do Acre, Pará, Distrito Federal, Piauí e Tocantins, registrando-se aproximadamente 20% de incremento para cada um. Por outro lado, os estados que registraram as maiores reduções em suas produções foram Rondônia (19,8%), Rio Grande do Sul (12,4%), Sergipe (11,4%) e o Maranhão (7,8%).

1.2.3. Pescado: importância nutricional

Sartori et al [28] enfatizam que os peixes e os produtos obtidos por meio da atividade da pesca destacam-se nutricionalmente de outros alimentos de origem animal. Eles contêm, comparativamente, grandes quantidades de vitaminas lipossolúveis A e D, cálcio, fósforo, ferro, cobre, selênio e, no caso dos peixes de água salgada, iodo. A composição lipídica dos peixes contrasta com a de mamíferos por conter elevada proporção de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa com cinco ou seis duplas ligações (mais de 40%), o que impacta tanto na saúde (atividade benéfica antitrombótica), quanto na tecnologia aplicada durante o processamento destes alimentos (rápida deterioração e rancificação).

As proteínas contêm diversos aminoácidos essenciais para o ser humano e, assim, como as proteínas do leite, do ovo e de carnes de mamíferos, têm elevado valor biológico. Adicionalmente, são excelentes fontes dos aminoácidos lisina, metionina e cisteína, encontrados em baixa quantidade em dietas a base de grãos de cereais [28].

De acordo com *Harvard* [29], dentre os possíveis benefícios da ingestão de uma ou duas porções de peixe por semana, que contêm cerca de 2 g de ácidos graxos poli-insaturados ômega-3, estão a redução do risco de Acidente

Vascular Cerebral (AVC), de depressão, do Mal de Alzheimer e de morte por doença cardíaca. A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) preconiza a ingestão de pescado duas ou mais vezes por semana [30].

1.2.4. Piscicultura de água doce

Uma alternativa à intensa exploração pesqueira seria a produção de organismos aquáticos por meio do cultivo, atividade conhecida como aquicultura. Porém, atualmente o extrativismo representa o maior problema para o desenvolvimento da aquicultura brasileira. O Brasil tem abundância em água doce, suas condições climáticas são propícias para o desenvolvimento da piscicultura em cativeiro, entretanto, nossas políticas públicas na área são tímidas, não estimulando os poucos abnegados produtores, se comparados à produção mundial.

A escolha do local, a espécie do peixe a ser explorado, o clima da região, a distribuição pluviométrica ao longo do ano, a temperatura da água, a cultura do consumo na dieta regional, a distância produção/centro consumidor precisam ser consideradas na decisão da implantação do empreendimento.

Outros aspectos importantes são a topografia, a qual deve favorecer a implementação da estrutura de produção, e a disponibilidade de água em qualidade e quantidade. Quanto ao abastecimento de água, é importante avaliar os riscos de futuras contaminações provenientes de investimentos de terceiros em outras atividades na região que possam interferir na bacia de contribuição da fonte de água em questão [31].

A Lei n. 9.433 de 1997 [32] estabeleceu vínculo, em seus propósitos legais, as questões dos Recursos Hídricos com as questões ambientais. Dentro desse princípio, não pode ser desconsiderado que a água é, também, matéria-prima do sistema produtivo da agricultura e da pecuária.

No ano seguinte, foram criadas a Portaria IBAMA nº 136, de 14 de outubro de 1998 [33] - Estabelece normas para registro de Aquicultor e

Pesque-Pague no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; Resolução CONAMA nº 413, de 26 de junho de 2009 - Estabelece normas e critérios para o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providências; Instrução Normativa Conjunta MPA IBAMA nº 01, de 21 de dezembro de 2011 - Estabelece critérios e procedimentos para cadastramento de plantéis de reprodutores de pirarucu (*Arapaima gigas*) no estado de Rondônia, para fins de regularização dos empreendimentos quanto ao manejo, à reprodução em cativeiro, à engorda e à comercialização dos seus produtos [32].

Na Lei Nº 3437 DE 09/09/2014 do Estado de Rondônia, piscicultura – é a atividade de cultivo de alevinos ou peixes em ambientes naturais e/ou artificiais com as finalidades econômica, social ou científica [34].

A produtividade da piscicultura regional tem alcançado altos índices na última década. Segundo relatório da SUFRAMA [35], a produção por hectare de espelho d'água era em média de 4,0 t/ha/ano. A área de produção era de aproximadamente 600 ha, e a estimativa da existência de 800 piscicultores. Lopes et al. [36] estimavam o mesmo número de produtores, com lâmina d'água de 1200 hectares. Porém dados oficiais da Secretaria de Desenvolvimento Ambiental do Estado de Rondônia registravam 2.141 processos de licenciamento no ano de 2012, que somam um total 6.990 hectares de lâmina d'água, com uma produção esperada de 41,9 mil toneladas de peixes [37].

De acordo com Carvalho Filho [38] em Rondônia os piscicultores estão concentrados em cinco macrorregiões: 1) a região de Porto Velho, que envolve municípios próximos da capital; 2) a região de Ariquemes, a que mais produz no Estado, e que envolve nove municípios; 3) a região central, abrangendo os municípios de Ji-Paraná, Mirante da Serra, Ouro Preto e Vale do Paraíso; 4) ao sul do Estado, a região de Pimenta Bueno abrangendo 14 municípios, e; 5) a região do Cone sul que envolve os municípios de Vilhena, Cabixi e Colorado.

Dados do Ministério da Pesca 2010, coloca o Estado de Rondônia com a produção total da piscicultura no ano de 2009 com 9 mil toneladas anuais classificando-o como o segundo maior estado produtor da região norte e o décimo segundo em relação aos demais estados com produção aquícola do país[39].

1.2.5. Produção em viveiros

O cultivo de peixes em viveiro é o sistema produtivo mais antigo na aquicultura. Os viveiros são áreas escavadas sem qualquer revestimento interno. Nesse tipo de criação, necessita-se de água para o enchimento dos viveiros e para a reposição das perdas causadas por infiltrações e evaporação. Em muitos países em desenvolvimento, esse tipo de produção tem um baixo status sócio-econômico-cultural, além de acesso limitado à tecnologia, mercados e crédito [40].

Um dos maiores problemas de qualidade de água na piscicultura intensiva é a concentração do nitrogênio inorgânico (NH_4^+ e NO_2^-), sendo que seu controle pode ser feito pela manipulação das taxas da relação C/N. O controle do nitrogênio ocorre pelo fornecimento de corpos carbonáceos para a flora bacteriana existente no plâncton, tendo como consequência a absorção do nitrogênio presente na água para formação de proteína microbiana [31].

A relação entre adição de carboidratos, redução de amônia e produção de proteína microbiana depende do coeficiente de conversão microbiana, da relação C/N na biomassa microbiana e do conteúdo de carbono no material adicionado. A adição de substratos carbonáceos parece reduzir o nitrogênio inorgânico de viveiros comerciais de tilápia [31]. Sendo a relação ótima de C/N é em torno de 4 [41].

Outro manejo simples, porém, necessário, é o controle de pH e alcalinidade por meio da calagem (aplicação de calcário), o que ajuda na manutenção do pH neutro, devido a seu efeito tampão, além de promover uma maior alcalinidade da água, tornando maior sua produtividade [42]. Outro ponto importante a ser observado é o impacto ambiental causado no momento da despesca dos viveiros, visto que um grande volume de água rica em matéria orgânica será drenado de uma só vez. Uma provável solução é a utilização dessa água para a irrigação de lavouras, já que o efluente gerado é extremamente rico em matéria orgânica, nitrogênio e fósforo [31].

1.2.6. Produção de alevinos em cativeiro

Scorvo Filho [43], alerta para a ausência de dados atualizados sobre laboratórios de produção de alevinos e ressaltam a importância da publicação dos dados obtidos com o senso aquícola, realizado pelo Ministério da Pesca e Aquicultura, pois estes poderão revelar importantes informações sobre o setor de produção de alevinos de espécies reofílicas brasileiras.

A importância da taxa de sobrevivência para a redução dos custos de produção de alevinos é destacada por Barros [44] e Jomori [45], pois para estes autores é um dos principais fatores que irão determinar o bom desempenho econômico da atividade.

Streit Jr. [46], realizou um diagnóstico das unidades produtoras de alevinos das unidades produtoras de alevinos do estado de Rondônia e destacou como pontos positivos: autossuficiência na produção de alevinos no estado; estações de reprodução distribuídas em todas as regiões do estado; vocação para a piscicultura; cadeia produtiva da piscicultura sendo consolidada (alevino, terminação, abate, e mercado consumidor); apoio do governo estadual com políticas públicas para o setor; utilização de técnicas elaboradas, como aplicação de biotecnologia (criopreservação de sêmen) e conceito de manejos de reprodutores (marcação com “transponders”); parcerias público-privadas em estações de reprodução e trabalhos de pesquisa voltados para a reprodução de peixes desenvolvidos no estado de Rondônia.

No que se refere a produção de alevinos no Estado de Rondônia, segundo a Superintendência de Pesca e Aquicultura do Estado de Rondônia, em seminário apresentado por Menezes [47], existem 09 (nove) estações de produção de alevinos localizadas e distribuídas nos municípios, Ariquemes, Burity, Ouro Preto do Oeste, Presidente Médici e Pimenta Bueno com uma produção média estimada de 15 (quinze) milhões de alevinos.

O pirarucu é uma espécie de desova em água parada, o que facilita sua reprodução em açude e viveiro. De preferência deve-se optar pela escolha de açude para a reprodução dos pirarucus, uma vez que nessas condições esses animais apresentam um crescimento superior, provavelmente em função da melhor qualidade da alimentação encontrada nesses ambientes. A precocidade

da reprodução do pirarucu pode estar ligada à velocidade do seu crescimento [15].

1.2.7. Pirarucu - *Arapaima gigas*

Pirarucu (*Arapaima gigas*), espécie de peixe popularmente conhecido por pirarucu, é um dos representantes mais antigos da família Arapaimidae, cuja linhagem tem sua origem antes da deriva da África e da América do Sul, ocorrida no período Jurássico. Suas características filogenéticas, esqueleto e morfologia externa, diferem daquelas de todas as outras espécies de peixes, inclusive seu parente africano mais próximo, a espécie *Heterotis niloticus*. [48]

A palavra pirarucu vem da língua tupi-guarani nativa brasileira e que significa "peixe vermelho", que é a cor de ambos os sexos durante a época de acasalamento. Os machos exibem uma cor vermelha intensa em escalas abdominais enquanto que a cor vermelha é menos intensa em espécimes do sexo feminino [11; 17].

O Gigante da bacia amazônica, Pirarucu, é uma das espécies mais econômica e culturalmente importantes da ictiofauna brasileira-amazônica [49; 50]. Esta espécie cresce até 3 m de comprimento, peso de até 200 kg e, é capaz de viver mais de 50 anos [51].

Considerando as características zootécnicas desejáveis e o alto valor de mercado que a espécie atinge, o pirarucu está entre as espécies de maior potencial para o desenvolvimento da piscicultura na Amazônia, tendo sido eleita espécie prioritária para o desenvolvimento da aquicultura na Região Norte [52].

O pirarucu é uma espécie endêmica da região amazônica de grande porte [53; 54].

O peixe tem ampla distribuição na Bacia Amazônica, sendo o maior peixe de escama da região. Muito apreciado pelos amazonenses, o pirarucu foi, até 1970 aproximadamente, a espécie mais importante para o comércio do pescado da região, porém, devido ao grande esforço de pesca, os estoques sofreram grande redução [55].

A procura por este peixe é grande tanto a nível nacional quanto internacional e, em 2009, participou com 0,36% do total da produção pesqueira

dos portos nos principais municípios do Estado do Amazonas [7; 8; 56], fator que também tem levado à sobrepesca nos estoques naturais e a risco de extinção da espécie. A pesca deste peixe passou de 33 toneladas/ano em 2002 para 200 t/ano em 2009 [57].

Segundo Venturieri e Bernadino [58] a pesca extrativa do pirarucu no estado do Amazonas corresponde a 53% do total capturado na região norte e a captura nesta área tem sofrido drásticas reduções de 1.751 toneladas em 1984 para 207,51 toneladas em 1996. Portanto, a criação do pirarucu será a saída natural para incrementar a produção de um recurso que tradicionalmente é explorado e consumido nesta região, além de ter uma grande demanda local e para outros mercados.

Bard e Imbiriba, [15] comentam que o pirarucu pode ser criado facilmente em viveiros de diferentes tamanhos, com uma produtividade que varia de 1,7 a 11 toneladas/hectare.ano e, acreditam que a espécie pode ser criada em sistema extensivo, tendo como alimento peixes forrageiros (piaba, matupiri, tamuatá, etc.), que se reproduzem naturalmente em cativeiro. A espécie também pode tornar-se importante para cultivos intensivos, por atingir altos valores de biomassa, pela tolerância a déficit de oxigênio, crescimento rápido, aceitação de ração comercial para peixes carnívoros e, também, por apresentar boa conversão alimenta [59].

Pode ser criado também de forma semi-intensiva e intensiva, destacando-se na criação intensiva em virtude da respiração aérea. Esse mecanismo respiratório faz com que esta espécie possa tolerar altas densidades em ambientes com baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água, [60; 61]. Tem respiração dupla (aérea e branquial), o que oferece vantagens em ambientes hipóxicos, comparados com os peixes de respiração branquial obrigatória, tornando o pirarucu propício para a piscicultura, pois pode ser criado em águas que contem pouco oxigênio dissolvido [53;62;59].

Além desta característica, os juvenis de pirarucu ainda podem tolerar altas concentrações de amônia [61].

Entre as características zootécnicas especiais para a sua criação em cativeiro está a aceitação de mudanças de alimentação, "ração". [53;62; 59]

Geralmente, rações utilizadas na alimentação de peixes carnívoros contêm elevada concentração de proteína animal, apresentando alto custo e

fazem com que os peixes excretam níveis elevados de fósforo e nitrogênio, contribuindo para eutrofização das águas [63; 64].

Segundo McGoogan e Gatlin [65], as rações que eram apenas desenvolvidas para maximizar o crescimento dos peixes, agora devem atender a outras necessidades, como a sustentabilidade ambiental das criações, o que pode ser atingido pela otimização do uso dos nutrientes nas dietas, utilizando, para isso, um adequado balanço entre a energia e a proteína. A criação do pirarucu é dificultada por se tratar de um peixe carnívoro, que, conseqüentemente, não aceita de maneira voluntária rações balanceadas.

Venturine e Bernardino [58] comentam que como marco histórico importante é frisar que a primeira reprodução em cativeiro do pirarucu foi obtida no Museu Paraense Emílio Goeldi, em 1939. Foram poucas as observações realizadas para se conhecer a reprodução da espécie, e todas foram em cativeiro [19;11]. A reprodução juntamente com a larvicultura são atualmente fatores limitantes à criação deste peixe e, a cada estudo apresentado, constata-se ainda a falta de informações sobre o comportamento endócrino-reprodutivo do pirarucu.

1.2.8. Aspecto reprodutivo do pirarucu

Atualmente, nenhum método confiável para a determinação do sexo tem sido descrito para a espécie, com exceção da existência de alguns caracteres morfológicos observados apenas quando os peixes iniciaram comportamento de corte [66].

A determinação do sexo em espécies cultivadas é um pré-requisito para reprodutores em constituição. A identificação individual de gênero pelos criadores é indispensável para manter a relação de sexo desejado para produzir o número de alevinos adequado para produção aquícola [17].

Portanto, é necessário, em primeiro lugar distinguir o sexo dos indivíduos reprodutores para o acasalamento. Este fato é particularmente verdadeiro para grandes peixes que não apresentam diferença morfológica entre macho e fêmea. Mesmo que nenhum dos caracteres sexuais secundários são considerados confiáveis o suficiente para sexo, quer selvagem ou cultivado

[67] alguns pesquisadores têm mencionado várias características, tais como a forma geral do corpo, cor e papilas genitais, estrutura, como potenciais indicadores de diferenciação sexual nesta espécie [66; 67; 68].

Dessa forma, como a determinação do sexo do pirarucu não é possível por critérios morfológicos, é muito difícil de otimizar as condições de reprodução e produção de alevinos em cada tanque, o que prejudica gravemente a cultura desta espécie [17].

Outra característica importante no manejo reprodutivo do pirarucu é a desova de forma parcelada e tem hábitos de reprodução peculiares, formando casais, selecionando e isolando a área de desova, construindo ninho e liberando óvulos e esperma [19; 69; 15; 58; 8].

Fontenele [19] descreveu oócitos de vários tamanhos em fêmeas desta espécie e concluiu que este é um peixe de desova parcelada. Imbiriba [8] descreveu que, apesar de ser um peixe de desova parcelada, o maior número de reprodução acontece nos períodos chuvosos.

As fêmeas de pirarucu apresentam uma gônada funcional no lado esquerdo da cavidade celomática, na natureza se encontram maduras sexualmente quando atingem 157 cm de comprimento total, com peso em torno de 40 kg, por volta do terceiro ano de idade [70; 71].

Essa espécie possui fecundação externa, cuidado parental e apresenta desovas parceladas que na região amazônica ocorrem, sobretudo, entre os meses de dezembro a março [70; 71].

Em ambientes de cultivo a reprodução ocorre naturalmente com formação de casais monogâmicos e está diretamente relacionada às condições ambientais ocorrendo, sobretudo no período chuvoso, quando as temperaturas são mais elevadas e a incidência luminosa é reduzida [72].

A principal dificuldade para o desenvolvimento do manejo reprodutivo da espécie em cativeiro ocorre por conta da diferenciação sexual, pois não há caracteres sexuais secundários que permita a correta diferenciação entre os sexos por um observador. A discriminação entre os sexos por meio de critérios visuais só é possível de maneira eficiente nos dias que antecedem à desova, quando a coloração vermelha do macho se torna mais intensa, contrastando com o restante do corpo escuro e deixando-o aparentemente mais colorido em

relação às fêmeas. Já a coloração das fêmeas nesta mesma época torna-se mais pálida em relação aos machos [73].

Fontenele [74] observou que há uma mudança na coloração, com o enegrecimento da cabeça e região dorsal, e que essa mudança é um caráter sexual secundário do macho de pirarucu. Bard e Imbiriba [8] corroboraram as observações de Fontenele [74] e relataram que essa mudança ocorre com maior ênfase na época das chuvas, que coincide com o período de reprodução desta espécie.

No entanto, a principal dificuldade da criação desta espécie é a produção de alevinos, visto que não existe o controle da reprodução além da alta mortalidade das larvas. A reduzida produção os torna altamente valorizados, inviabilizando a criação com fins econômicos. Neste elo da cadeia produtiva, algumas tecnologias estão sendo desenvolvidas, principalmente no que concerne à sobrevivência e tolerância às condições adversas [61] treinamento alimentar [13] e exigências proteicas dos peixes nessa fase de vida [75].

Segundo Fontenele [19] uma fêmea de 1,90 m de comprimento tem aproximadamente 180.505 oocistos em diferentes estágios de desenvolvimento. Apresenta comportamento de proteção a prole onde o macho guarda o ninho e após a eclosão dos ovos, mantém-se nas proximidades das larvas, defendendo-as dos predadores [19; 67; 58].

Segundo Coutinho [34], o tempo de vida do Pirarucu pode ser dividido em quatro fases que representam quatro períodos biológicos diferentes: ovos fertilizados, larvas / pós-larvas, juvenis e peixes adultos.

Os fatos principais que têm direcionado a definição do sistema dinâmico podem ser resumidos como se segue: a escolha do parceiro é uma iniciativa do sexo feminino. Acasalamento é determinada pela intensidade da cor do sexo masculino, que está de alguma forma relacionado com a capacidade para a construção do ninho e a capacidade de proteger os recém-nascidos [76; 7]. Desova não copulada é observada entre esta espécie. Os ovos fertilizados após desova constituem o primeiro ciclo. Aproximadamente após sete a dez dias ovos fertilizados eclodem em larvas [34].

Afirma Coutinho [34] que, larvas/pós-larvas constitui o segundo ciclo de vida; o terceiro ciclo corresponde à fase juvenil caracterizado comprimento total

inferior a 165 cm, e imaturidade sexual. O quarto ciclo corresponde à maturidade, logo que os peixes adultos são capazes de acasalar e reproduzir, o que acontece quando os animais são cerca de cinco anos de idade.

O pirarucu, quanto ao tipo de fecundação, é ovulíparo, ou seja, apresenta a fecundação e o desenvolvimento dos ovócitos externos. A maturidade das gônadas do pirarucu, em estudos de estágio gonadal [77], segundo Lüling [78], ocorrem após o quarto ou quinto ano de vida, quando o peixe apresenta entre 1,60-1,85 m e de 40-45 kg de peso vivo. Aspectos do comportamento reprodutivo do pirarucu foram verificados e são complexa envolvendo a formação de casais monogâmicos, construção de ninhos e cuidado parental com a progênie, além de brigas e rejeição do alimento [79]. Sabe-se que uma fêmea do pirarucu é capaz de produzir cerca de 11.000 alevinos por desova [15], sendo este número baixo quando comparados a outras espécies de peixes, entretanto, há controvérsias entre os autores com relação a estimativas da fecundidade do Pirarucu.

Nilsen et al. [80]; Ndiaye et al.[81] em seus estudos apresentaram técnicas de sexagem não-invasivo para pirarucu utilizando tanto a detecção Vtg em fêmeas de maturação por ensaio imuno-enzimático (EIA) e a técnica de esteróides sexuais plasmáticos com base em 17b-estradiol (E2) e de 11 Ketotestosterone (11KT).

1.3. Objetivos

1.3.1. Geral

Avaliar a sexagem na espécie em estudo, na fase que antecede o aparecimento de características secundárias, através do uso de kit sanguíneo comercial, e quantificar seus efeitos sobre o manejo reprodutivo do pirarucu na Piscicultura Boa Esperança, Rondônia, Brasil.

1.3.2. Específicos

- a) Levantar e analisar dados históricos reprodutivos do pirarucu por meio de dados de escrituração zootécnica;

- b) Descrever as práticas de manejo reprodutivo para o melhoramento genético dos alevinos;
- c) Acompanhar e aclarar sobre os principais procedimentos técnicos na elaboração dos testes de sexagem por kit sanguíneo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Tipo de Estudo

O presente trabalho trata de um estudo de caso contextualizado no qual se buscou caracterizar e analisar, em unidades de produção de alevinos da espécie Pirarucu, nos municípios de Pimenta Bueno e Primavera de Rondônia, no estado de Rondônia, os efeitos da adoção da técnica de sexagem, na formação de casais, através do uso de kit sanguíneo, sobre a produção de alevinos e nos custos de produção.

2.1.1. Manejo dos viveiros

No início do ciclo reprodutivo os viveiros foram esgotados, limpos e calcinados, recebendo água em seguida, sendo diariamente realizado acompanhamento do pH da água, oxigênio dissolvido e temperatura da água dos viveiros ajustada pelo fluxo da água dos córregos.

Os peixes/matrizes receberam chips (abril de 2004) para a identificação, conforme exigência da Portaria IBAMA nº. 136, de 14 de outubro de 1998, Resolução CONAMA 413/2009, e Instrução Normativa Conjunta MPA IBAMA nº. 01/2011.

As matrizes foram sexadas em teste laboratorial através de kit para sexagem do peixe Pirarucu SKULDTECH (*Arapaima gigas*), teste tipo Elisa [17].

Os casais de reprodutores de pirarucu foram colocados em viveiros que obedeceram a densidade de um indivíduo para cada 200 m² de área inundada [67], conforme origem de sua procedência.

2.1.2 Manejo da alimentação das matrizes

Peixes forrageiros (acar da Amazônia) foram inseridos na dieta alimentar do pirarucu/matriz que apresentam hábitos alimentares que vão do herbívoro (alimenta-se de plantas), fitoplanctfago (alimenta-se de algas), omnívoro (alimenta-se de diferentes tipos de alimento) ao detritívoro (alimenta-se de restos de organismos) [82]. Anualmente são lançados 5.000 exemplares de acar da Amazônia, peixe forrageiro, em cada tanque.

A dieta do pirarucu/matriz é complementada com a ro Pir Turbo 36 constituída de 1000 mg de vitamina C/kg, 8% de extrato etéreo e 36% de proteína bruta, na matéria natural [83].

2.1.3 Manejo no processo reprodutivo

No período compreendido de outubro a abril os tratadores observam e coletam as larvas de pirarucu que circundam o dorso da matriz/macho entre o terceiro e quinto dia de nascidos com auxílio de uma peneira plástica de tamanho médio (diâmetro de 20 cm) com uma tela bem fina de 0,5 mm, coletadas e transferidas para tanque transporte contendo água com oxigênio monitorado, em seguida levadas à maternidade. São alimentadas a cada duas horas com fitoplancton triturados. As larvas mais frágeis são retiradas para outra maternidade e recebem tratamento alimentar de fitoplancton triturado para atingir o mesmo porte das demais.

Ao décimo quinto dia de nascidos, com 4,5 centímetros de comprimento, os agora alevinos, são transferidos da maternidade para os viveiros cobertos por tela, para a proteo de predadores ictifagos.

Aos 30 dias de vida o alevino apresenta 14 centímetros de comprimento, porte em que é comercializado.

2.2. Características do local de estudo

O empreendimento, foco do estudo, piscicultura Boa Esperança (**BE1**) está localizado ao longo do Km 4,5 da RO 010, Longitude: 11 41' 54", Latitude: 61 13' 48", enquanto a piscicultura Boa Esperança (**BE2**), localizada na Linha 33,

no município de Primavera de Rondônia, Longitude: 11° 47' 25", Latitude: 61° 21' 17". As propriedades distam 15 Km entre si.

A classificação adotada na região é a de Köppen, que estabelece para Rondônia um clima geral do tipo Tropical Chuvoso, com média anual da precipitação pluvial entre 1.400 a 2.600 mm e média anual da temperatura do ar de 24 a 26°C [84], o que caracteriza a região como favorável para o desenvolvimento da piscicultura de espécies neotropicais quanto à disponibilidade de água e clima [85].

2.3. Características da amostra

As coleções de água alvo da pesquisa estão inseridas nas fazendas piscicultura Boa Esperança (BE1 3 BE2) em área de 56 hectares (duas propriedades), e composto por 90 viveiros (dos quais 35 habitados por 70 indivíduos pirarucu -*Arapaima gigas* –, todos devidamente identificados por chips). A BE1 é composta por 15 tanques escavados e sede administrativa, enquanto na BE2 possui 75 viveiros e um laboratório de larvicultura.

No início do período reprodutivo os viveiros - tanques escavados - são esgotados, limpos, calcinados, permanecendo secos por dois dias. Em seguida recebem água corrente podendo, então receber as matrizes.

Ao considerar os fatores ambientais como reguladores da periodicidade dos ciclos reprodutivos em pirarucu [86; 87] evidente a necessidade de monitoramento da temperatura da água, precipitação e disponibilidade atual da água no solo, durante o período de novembro de 2014 a abril de 2015.

Acompanhamento diário do pH da água: o controle da BE1 (pH 5,2) sempre exige correção com calcário na proporção de 3,5 toneladas/hectare/ano, para atingir um pH 7,0. A BE 2 apresenta pH 7,2, dentro da necessidade do ideal.

São mensurados oxigênio dissolvido e temperatura por meio do oxímetro VSI 550 A.

Temperatura da água 26°C a 27°C corrigida pelo fluxo da água do Rio Esquecido (água mais aquecida) que entra com uma vazão de 360 litros/segundo, com monitoramento várias vezes ao dia (BE2). Já na (BE1),

esse controle de temperatura ideal (26°C a 27°C) para criação e reprodução do pirarucu é feita pelo fluxo de água vindo de nascente da própria propriedade.

Desde no ano de 2004 o produtor adota a postura de adquirir/trocar peixe com origem conhecida para evitar consanguinidade no cruzamento de matrizes e obter variação genética da espécie.

As matrizes/casal são colocadas em viveiros escavados em terreno natural distintos em áreas de 400 a 1.500 metros quadrados em altura que varia de 1,30 a 1,50 m de profundidade. (Figura 1)



Figura 1: Viveiros na piscicultura Boa Esperança.
Fonte: Arquivo pessoal

2.4. Número amostral e sexagem de matrizes

Os peixes foram separados por origem (Rio Purus/Amazonas, Lago Cuniã/Porto Velho, SEBRAE/Boca do Acre, Amazônia peruana/Peru), capturados no ambiente natural na fase juvenil, aclimatados por mais de dois anos nos tanques/viveiros da propriedade. Foram utilizados setenta indivíduos pirarucus - *Arapaima gigas*. (Figura 2)



Figura 2: Proprietario Megume Yokoyama com um exemplar de pirarucu.
Fonte: Arquivo pessoal

De acordo com o manual Skuldtech [88], método proteína-matriz, o kit de determinação do sexo de *A. gigas* se baseia na capacidade de um anticorpo para se ligar especificamente a um antígeno específico de sexo, da vitelogenina presente no sangue de fêmeas, por meio da técnica de ELISA. Duas espécies deste anticorpo são utilizadas, um é adsorvido sobre uma membrana (anticorpo de captura), o outro é conjugado com uma enzima que vai ser detectável por colorimetria (anticorpo revelação).

O ensaio permite a detecção de concentração tão baixa quanto 100 ng/ml de vitelogenina na diluição das amostras de sangue. Isto é equivalente a 0,04 mg/ml no sangue de peixe. Este valor é compatível com as concentrações geralmente registrados no sangue do sexo feminino, mesmo em o início da maturação de 0,5 a 50 mg/ml [88].

As matrizes são contidas em rede, retiradas da água e contidas por quatro auxiliares, quando é passado o leitor de chip identificador, sendo em seguida imobilizada para coleta de sangue para o teste de sexagem. Essa mesma operação é desenvolvida com várias matrizes. O tempo de execução do teste de sexagem é de 3 horas para cada amostra. Identificado o sexo e a origem da matriz é formado o casal.

As 70 matrizes identificadas por chip e separadas em casal ocuparam 35 viveiros distintos, conforme tabelas no anexo B e anexo C, formando casais harmônicos em convivência e de procedência diversa.

A deposição dos gametas em ninhos é uma estratégia de reprodução do pirarucu, onde os ovos são protegidos pelos machos. A presença destes foi verificada nos meses de outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e

março em ninhos de aproximadamente 50 cm de diâmetro e cerca de 15 cm de profundidade.

Os machos apresentaram coloração escura nas proximidades dos ninhos, com larvas circundando sua cabeça e dorso, enquanto as fêmeas circulavam combatendo predadores de sua prole (larvas).

As larvas foram retiradas do convívio familiar entre o terceiro e quinto dia de vida, pelo tratador, com auxílio de uma peneira plástica de tamanho médio (diâmetro de 20 cm) que tenha uma tela bem fina de 0,5 mm, coletadas e transferidas para tanque transporte contendo água com oxigênio monitorado, sendo colocadas em caixa de água azul (facilita visualização); são alimentadas a cada duas horas com fitoplancton triturados. As larvas mais frágeis são retiradas e recebem tratamento alimentar diferenciado para atingir o mesmo nível das demais (Figura 3, 4 e 5).



Figura 3: Coleta das larvas no viveiro.
Fonte: Arquivo pessoal



Figura 4: larvas coletadas.
Fonte: Arquivo pessoal



Figura 5: Separação de alevinos conforme o tamanho.
Fonte: Arquivo pessoal

2.5. Coleta de dados

Os dados foram coletados a partir de fichas de escrituração zootécnica arquivadas no escritório da empresa. As informações resultaram em um banco de dados por período de estudo que forneceram subsídios para a elaboração dos quadros que serviram de base para as discussões, resultados e conclusão da pesquisa em tela.

No intervalo dos meses de maio de 2014 a dezembro de 2015 foi realizado um acompanhamento das atividades, quando se aplicou um questionário com roteiro semiestruturado composto por questões contendo respostas objetivas e anotações das respostas subjetivas. (Anexo A).

3. RESULTADOS

No ano de 2014 foram realizadas a identificação de gênero de 32 indivíduos pelo Kit para Sexagem do peixe Pirarucu SKULDTECH (Arapaima gigas), teste tipo Elisa [17], sendo constatados 18 fêmeas, 12 machos e 2 imaturos.

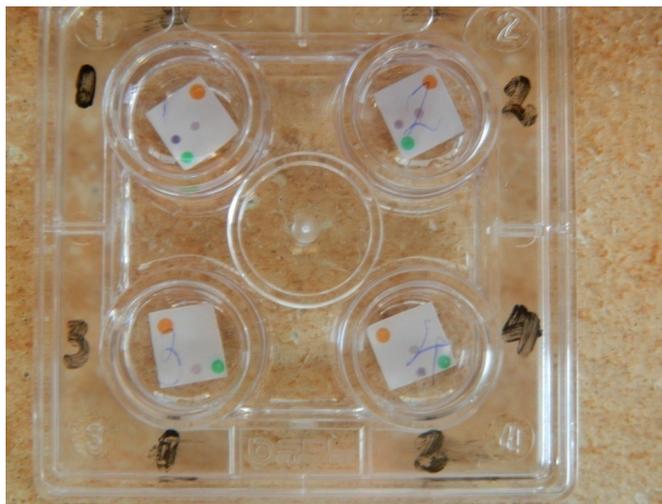


Figura 6: Resultado do teste de sexagem
Fonte : Arquivo pessoal

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, demonstrando que, das quatro (4) amostras apenas a de número três apontou para sexo masculino, uma vez que este teste apresentou uma (1) marca circular roxa enquanto os outros apresentaram duas (2).

Com o resultado da produção do período 2014/15, foram levantados que 15 peixes eram de sexo diferente dos identificados no ano anterior. Dentre os 35 supostos casais, 15 eram do mesmo sexo, o que justifica o baixo número de sucesso nos cruzamentos e adaptação dos casais. No período 2014/15, apenas onze (11) fêmeas desovaram conduzindo a uma produção de 69.560 alevinos. (Figura 7 e Tabela 1)

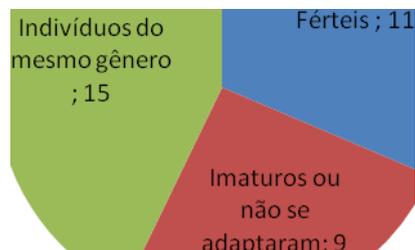


Figura 7: Formação de casais de Pirarucu 2014/2015.

Fonte: próprio autor

Dos casais formados e agrupados em 35 viveiros somente 11 desovaram tendo suas larvas coletadas com puçá no período novembro/2014 e abril/2015, conforme Tabela 2 e Figuras 3 e 4.

O pirarucu desova de forma parcelada e tem hábitos de reprodução peculiares, formando casais, selecionando e isolando a área de desova, construindo ninho e liberando óvulos e esperma [19; 69; 15; 58; 8]. As cinco desovas parceladas em total de onze, aumentando significativamente a produção estimulam a ampliar estudos. Dos 69.560 alevinos, 61.430 foram produtos de desovas múltiplas, o que corresponde a 88,3% dos alevinos comercializados.

Sabe-se que uma fêmea do pirarucu é capaz de produzir cerca de 11.000 alevinos por desova [15]. As matrizes fêmeas chips 36349 (38.000 alevinos), e chips 29106 (10.450 alevinos), únicas a atender o indicativo dos autores referenciados.

Importante frisar que, em 2014 foi observada uma maior produção nos tanques com áreas maiores que os 400 m², indicados pela literatura, conforme Tabela 2.

Tabela 1: Referente área do viveiro, número do chip e quantidade de desovas, 2014/15.

Área m ²	Viveiro	Macho	Fêmea	Número de desovas
400	5	326237	28058	0
400	6	36411	26237	0
400	7	36265	28706	0
400	P1	27663	28049	0
400	P2	27639	32725	1
400	P3	42917	36375	0
400	P4	28216	16031	0
400	P5	27835	44804	0
400	P6	28976	27534	0
400	P7	139315	25325	0
400	P8	28187	29311	0
400	P9	36541	40850	0
450	11	27329	36477	0
500	19b	29070	33486	1
519	10	27290	32426	0
550	9	27149	27235	0
550	19d	32567	33191	1
580	20	39282	3556	0
580	17	12616	32876	0
600	8	31300	9680	0
600	19c	37932	44856	0
680	12	28576	27095	0
800	14	28080	32573	0
900	P17	29319	44856	0
900	P18	28670	36649	0
900	P19	28119	28611	1
900	P20	27230	27353	0
900	P21	29250	27511	2
900	P22	27459	29106	5
1000	15	28567	28183	3
1000	16	37883	29564	0
1200	13	27621	36349	8
1200	P16	3437	27296	1
1300	3	27603	201029	1
1500	18	42970	29536	6

Fonte: Próprio autor

No ano de 2013 das 27.000 larvas coletadas, 16.000 alevinos foram comercializados, uma taxa de sobrevivência da ordem de 57%. No ano de 2014 das 102.000 larvas coletadas, 43.700 alevinos foram comercializados,

uma taxa de sobrevivência da ordem de 43%; No ano de 2015 das 96.040 larvas coletadas, 75.000 alevinos foram comercializados, uma taxa de sobrevivência da ordem de 78%, tabela 3.

Tabela 2: Produção de alevinos no período 2014/2015

Área m2	Viveiro	Macho	Fêmea	Número de desovas	Alevinos Produzidos
400	P2	27639	32725	1	1.080
500	19b	29070	33486	1	600
550	19d	32567	33191	1	1.700
900	P19	28119	28611	1	1.500
900	P21	29250	27511	2	3.700
900	P22	27459	29106	5	10.450
1000	15	28567	28183	3	4.000
1200	13	27621	36349	8	38.000
1200	P16	3437	27296	1	2.300
1300	3	27603	2010299	1	950
1500	18	42970	29536	6	5.280

Fonte: Próprio autor

Tabela 3: Histórico de produção de alevinos durante os anos 2010 a 2015.

Ano	larvas	alevinos	taxa de sobrevivência %	custo R\$	venda R\$/cm
2010/11	13.690	10.500	0,76	1,5	1,0
2011/12	21.301	18.700	0,87	1,5	1,0
2012/13	30.481	26.000	0,85	2,0	1,0
2013/14	102.000	47.800	0,46	2,0	1,0
2014/15	96.040	75.000	0,78	2,5	0,8

Fonte: Próprio autor

Importante salientar a evolução do índice de natalidade em 7,14 vezes, a considerar os períodos 2014/15 em relação à 2010/11, Tabela 3.

Apesar do aumento do custo de produção (Tabela 3), o preço de venda do alevino pode ser reduzido, em razão de tratamentos culturais que propiciaram crescimento do índice de natalidade.

4. DISCUSSÃO

Verifica-se a iniciativa louvável do piscicultor, que antes mesmo da exigência legal IN/MPA/IBAMA nº. 01/2011 tomou a iniciativa de dotar suas matrizes rastreáveis já no ano de 2004.

Em razão do porte dos reprodutores e do tamanho mínimo do açude, Imbiriba [67] recomenda que o povoamento dessas coleções de água com pirarucus que servirão como plantel de matrizes e reprodutores deva obedecer a densidade de um indivíduo para cada 200 m² de área inundada. No entanto, foi observada uma tendência de maior produção de alevinos em casais mantidos em viveiros de maior dimensão de lâmina d'água. Esta constatação gerou uma evolução para viveiros de 800 a 1000 metros quadrados para o ano de 2015, melhorando a capacidade reprodutiva por metro quadrado de área inundada.

Fontenele [19;11], cita que essa espécie, excetuando o período da desova, não apresenta caracteres sexuais secundários extragenitais. Somente no período da reprodução é possível a identificação do sexo dos reprodutores, uma vez que o macho adquire acentuada coloração escura na parte superior da cabeça e na região dorsal, que se prolonga até quase a inserção da nadadeira dorsal, enquanto os flancos, ventre e parte caudal adquirem coloração vermelha. Na fêmea, a mudança de coloração é pouco perceptível e todo o peixe permanece com cor castanha clara.

As experiências na formação de casais do pirarucu nos viveiros da piscicultura Boa Esperança começaram a mudar com a implantação do teste de sexagem do Kit SULDTECH para o peixe Pirarucu no ano de 2014. O objetivo deste teste foi identificar o sexo do pirarucu para formação de casais com maturidade e harmonia para procriação.

Em 2014 algumas execuções foram efetuadas na elaboração dos exames de sexagem, inapropriadas à técnica descrita: (1) dificuldade na contenção do indivíduo para coleta do sangue – perda da veia; (2) coleta com agulha não heparinizada; (3) demora na diluição da gota de sangue na Solução

Tampão – formação de coágulos; (4) falta de identificação de uma pipeta para cada amostra; (5) não observância ao tempo indicado de incubação; (6) número de lavagens e incubação inadequadas; (7) volume de reagente utilizado a menor.

Diante das constatações dos erros, concluiu-se pela necessidade da estrita observância da técnica descrita no SKULDTECH Kit para sexagem do peixe Pirarucu (*Arapaima gigas*), com conseqüente formação de 15 novos casais em viveiros exclusivos, o que será executado nesse período de 2015/16.

Importante observar os erros decorrentes do despreparo do executor dos testes de sexagem. O prejuízo flagrante poderia ser evitado se executado por técnico da área laboratorial. Erros no procedimento acarretaram um ano de prejuízo ao produtor, e lesões e/ou morte por desajustes na convivência de matriz do mesmo sexo em viveiro comum.

Fontenele [19] afirma que os óvulos apresentam dimensões, colorações e formas diferentes, de acordo com o seu estado de desenvolvimento e, em conseqüência o pirarucu pertence ao grupo da maturação sexual parcial, dando origem a desovas parceladas. Queiroz [7] colabora com a afirmação do parcelamento das desovas.

Guerra [89] reporta que na Reserva Nacional do Rio Pacaya-Samira na Amazônia peruana, o pirarucu desova durante o ano todo, entretanto, com um período de máxima intensidade de setembro a dezembro, com um pico mais alto no mês de novembro, e de mínima entre março e maio.

Na piscicultura Boa Esperança, no período 2014/15 o ciclo de reprodução dos casais férteis se deu do dia 27 de outubro de 2014 até 23 de março de 2015 em matriz de múltiplas desovas (8, 6, 5, 3), em discordância com a crença e conhecimento de pescadores de regiões amazônicas descrito por Lima [91] em “Estudos etnoictiológicos sobre o pirarucu *Arapaima gigas* na Amazônia Central”, de que desovam apenas uma vez ao ano. Merece atenção o comportamento dessas matrizes de múltiplas desovas para o período 2015/16.

Pirarucu - *Arapaima gigas* - são monogâmicos. A escolha do parceiro é uma iniciativa do sexo feminino. O acasalamento é determinado pela intensidade da cor do sexo masculino, que está de alguma forma relacionado

com a capacidade para a construção do ninho e a capacidade de proteger os recém-nascidos [76].

Esse cuidado e detalhe têm sido considerados na Piscicultura Boa Esperança. Nos anos de 2013, 2014 e 2015 houve preocupação com taxa de natalidade e taxa de sobrevivência de larvas. Em 2014 o processo evoluiu para a sexagem das matrizes e cuidados com a complementação com peixes forrageiros.

O pirarucu tem demonstrado ser um peixe extremamente resistente ao manuseio. Embora intensamente perseguidos por ictiófagos, os alevinos dessa espécie apresentam excelentes taxas de sobrevivência, chegando praticamente a 100%, devido não fazerem canibalismo, Imbiriba [8]. Já Lima [91] em “Estudos etnoictiológicos sobre o pirarucu *Arapaima gigas* na Amazônia Central” descreve, - Para os pescadores da Amazônia Central o que mais mata o pirarucu na fase larval e juvenil é a mortalidade por causas naturais (60% das larvas), neste caso apontaram a predação.

Os estudos aqui efetuados mostraram uma taxa de sobrevivência larvária média da ordem de 81,5%, conforme Tabela 3; na piscicultura Boa Esperança foi observada, inúmeras vezes, larvas mais frágeis com rabo cortado por canibalismo das larvas maiores. Por isso a adoção de separá-las em maternidades diversas.

A importância da taxa de sobrevivência para a redução dos custos de produção de alevinos é destacada por Barros [44] e Jomori [45], pois para estes autores é um dos principais fatores que irão determinar o bom desempenho econômico da atividade. Na piscicultura Boa Esperança houve evolução crescente na produção de larvas anuais até 2013/14, quando uma enchente na região trouxe perda de 53% da produção. Nos demais anos estudados, devido aos tratamentos culturais, as taxas de sobrevivência dos alevinos se mantiveram na casa dos 81,5%, e, apesar dos custos de produção crescentes (R\$ 1,50 para R\$ 2,50) a quantidade e a qualidade dos alevinos favoreceram as vendas em valor de R\$ 0,80 por centímetro do peixe. A comercialização é realizada com 30 dias de vida quando o alevino atinge tamanho de 14 centímetros de comprimento (em média R\$ 10,40 por alevino).

Confirmando a afirmação de Zohar e Mylonas [18] “a reprodução em cativeiro permite a domesticação e o uso de técnicas de melhoramento

genético, constitui-se a porta para o sucesso das primeiras fases larvais, metamorfoses”. A prática de procedimentos técnicos nas pisciculturas Boa Esperança 1 e 2: (a) a inserção dos chips nos peixes, (b) a identificação do gênero do indivíduo, (c) a participação na escolha dos casais por origem de seus nascimentos (evitando acasalamentos consanguíneos), (d) o acompanhamento do aninhamento, (e) coleta e colocação das larvas em maternidade, (f) a alimentação das larvas de duas em duas horas, (g) os cuidados com os predadores nos viveiros com colocação das redes, propiciaram significativo ganho, o que tornou viável o empreendimento.

5. CONCLUSÕES

Por meio das observações, análises e resultados obtidos nas unidades de produção de alevinos de pirarucu das pisciculturas Boa Esperança 1 e 2 constatamos ser imprescindível considerar os indicadores a seguir: a importância do teste de sexagem para a seleção das matrizes reprodutoras maduras, férteis e com habilidade de convivência; a importância do controle da água e do tamanho dos viveiros para o empreendimento; o acompanhamento do Pirarucu em maternidade com alimentação triturada e precaução quanto aos predadores.

A piscicultura Boa Esperança tem alterado aspectos do seu processo produtivo ao longo dos anos com intuito de otimizar a sua produção, contando com a preparação de sua equipe de trabalho, parcerias com pesquisadores em piscicultura, estudo do mercado do peixe em cativeiro, elementos que proporcionaram uma visão mais clara de sua rentabilidade e consequente lucratividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Hilborn, R., T. A. Branch, B. Ernest, A. Magnusson, C. V. Minte-Vera, M. D. Scheuerell, and J. L. Valero, State of the world's fisheries. Annual Review of Environment and Resources, 2003, 28:359-399.
- 2- Burger J. Fishing, fish consumption and awareness about warnings in a university community in central New Jersey in 2007, and comparisons with 2004. Environ Res. 2008; 108(1):107-16.
- 3- FAO, 2013 ,Incrementar o consumo e o comércio regional de pescado pode contribuir para a luta contra a fome na América Latina e Caribe, organização das Nações Unidas para alimentação e a agricultura – <https://www.fao.org.br/iccirppcplcfALC.asp>, (acessado em 21 de abril 2015).
- 4- Lovshin, L.L; Cyrino, J E.P. Status of commercial fresh water fish culture in Brasil. World Aquaculture, 1997, p 23-38.
- 5- Avault. J.W. Site selection and Culture systems. In Avault JW, Fundamentals of aquaculture. Baton Rouge: AVA, 1996. p.175-222.
- 6- Migdalski, E.C. Contribution to the life history of the South American fish *Arapaima gigas*. Copeia, 1954, vol. 1, pp.54-56.
- 7- Queiroz H.L. Natural history and conservation of Pirarucu, *Arapaima gigas*, at the Amazonian Varzea: Red Giants in Muddy Waters. [Tesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy]. University of St Andrews. Escócia, 2000.
- 8- Imbiriba, E. P. Potencial da criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. Acta Amazonica, 2001, v. 31, n. 2, p. 299-316.
- 9- Coutinho, ESS, Bevilacqua, LA& Queiroz, HL. Population dynamics Modeling of *Arapaima gigas*. Acta Amazônica, 2010, vol. 40, pp. 333-345.
- 10- Carvalho, L. O. D. M.; Nascimento, C. N. B. do. Engorda de pirarucus (*Arapaima gigas*) em associação com búfalos e suínos. Belém: Embrapa-CPATU, 1992. 21 p. (Circular Técnica, 65).
- 11- Fontenele, O. Hábitos de desova do pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier) (Pisces: Isospondyli, Arapaimidae), e evolução da sua larva. Fortaleza: Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, 1953. 22 p.
- 12- Fontenele, O. Contribuição para o conhecimento de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier) em cativeiro (Actinopterygii, Osteoglossidae). Departamento Nacional de Obras Contra Secas como (DNOCS), 1955, Ceará, Brasil. 16p.

- 13- Crescêncio, R. Treinamento alimentar de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829), utilizando atrativos alimentares. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, 2001, 35 f.
- 14- Cavero, B. A. S.; Pereira-Filho, M.; Bordinhon, A. M.; Fonseca, F. A. L.; Ituassú, D. R.; Roubach, R.; Ono, E. A. Tolerance of pirarucu the increased concentration of ammonia in confined environment. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, maio 2004, v. 39, n. 5, p. 513 – 516.
- 15- Bard, J.; Imbiriba, E.P. Piscicultura do pirarucu, *Arapaima gigas*. EMBRAPA-CPATU, 1986. 17p. (Circular Técnica, 52).
- 16- Lopes, K.; Queiroz, H. L. Avaliação do Conhecimento Tradicional dos Pescadores da RDSM Aplicado à Identificação do Sexo de Pirarucus. *Uakari, Tefé*, 2009, v. 5, n. 2, p. 59-66.
- 17- Chu-koo, F ; Dugué, R .; Aguilar, MA; Daza, AC; Bocanegra, FA; Veintemilla, CC; Duponchelle, F .; Renno, JF; Tello, S .; Nuñez, J. Determinação do sexo no Paiche ou pirarucu (*Arapaima gigas*), utilizando vitelogenina plasma, 17 β -estradiol, e os níveis de 11-Ketotestosterone Peixe *Fisiologia e Bioquímica*, 2008 35: 125-136.
- 18- Zohar, Y.; Mylonas, C. C. Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormones to genes. *Aquaculture*, 2001, v. 197, p. 99-136.
- 19- O. Contribuição para o conhecimento da biologia do pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier) (Actinopterygii em cativeiro, Osteoglossidae). *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, 1948 v. 8, n. 4, p. 445-459.
- 20- Lopes, K. S. Ecologia reprodutiva e subsídios para o manejo da reprodução de pirarucus, *Arapaima gigas* Cuvier, 1817. Dissertação (Mestrado) – Belém: Universidade Federal do Pará, 2005, 85 p.
- 21- Pinheiro, A.S. F. O acesso aos recursos hídricos no estado do Pará, VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Porto Alegre: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/XI-009.pdf> (acessado 22 de abril de 2015).
- 22- Cabral JR, W. & Almeida, O.T. Avaliação do mercado da indústria pesqueira na Amazônia. In: Almeida, O.T. (ed.) 2006, A indústria pesqueira na Amazônia. Ibama/Provarzea, p. 17-39.
- 23- Ostrensky, A.; Borghetti, J. R.; Soto, D. Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer: Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), 2008, p.194.
- 24- Eler, M. N.; Millani, T. J. Métodos de estudos de sustentabilidade aplicados à aquicultura. *R. Bras. Zootec.*, 2007, v.36, suplemento especial, p.33-44.

- 25- Amaral, J.S. Esteróides gonadais e metabolismo lípidico ao longo do ciclo reprodutivo *Arapaima gigas* (Schinz,1822) em ambiente natural. Dissertação (Mestrado) São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2009,152p.
- 26- Rocha, I. P., Rocha, D. M., Panorama da Produção Mundial e Brasileira de Pescado, com Ênfase para o Segmento da Aqüicultura, 2013, p. 1-6.
- 27- Boletim estatístico da pesca e aqüicultura de 2011, Ministério da pesca e Aquicultura, 2012, p. 32.
- 28- Sartori A. G. O; Amancio, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 2012, 19(2): 83-93.
- 29- Harvard. School of Public Health. The Nutrition Source. Omega-3 Fatty Acids: an essential contribution.
<http://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/what-shouldyou-eat/omega-3-fats/index.html> (Acessado 22 de abril 2015).
- 30- Food and Agriculture Organization. The State of World Fisheries and Aquaculture. Fisheries and Aquaculture Department. Rome: FAO; 2009.
- 31-Crepaldi, D.V;Texeira, E. A; Faria P.M.C ;Ribeiro, L. P; Melo, D.C; Carvalho, D; Souza, A. B; Saturnino, H. Sistema de produção na piscicultura, *Ver Bras Anim*, 2006; v30, n.3/4,p 86-99.
- 32- BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Brasília, DF, 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: 21 abr. 2015.
- 33- PORTARIA Nº 136/98, de 14 de OUTUBRO de 1998 - Estabelece normas para registro de Aqüicultor e Pesque-pague no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA
- 34-Lei Nº 3437 DE 09/09/2014 do Estado de Rondônia, Dispõe sobre a Aquicultura no Estado de Rondônia e dá outras providências.
- 35- SUFRAMA, Superintendência da Zona Franca de Manaus. Projeto Potencialidades Regionais: Estudo de Viabilidade Econômica – Piscicultura. Manaus: SUFRAMA, 2003. p. 1-63.
- 36- Lopes, M. L. B. et al. Mercado e dinâmica espacial da cadeia produtiva da pesca e aquicultura na Amazônia, *Estudos setoriais, BASA*, 2010. 51 p
- 37- Kubitzka, F.; Campos, J. L.; Ono, E. A.; Istchuk, I. P. Panorama da piscicultura no Brasil: particularidades regionais da piscicultura. Parte II. *Revista Panorama da aqüicultura*, set/out 2012, Vol. 22 nº 133.

- 38- Carvalho Filho, Tambaqui, O Rei de Rondônia, Panorama da Aquicultura. nov/dez 2007, Vol 17 nº 104.
- 39- MPA – MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. 2010. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2008-2009, 2010, 100 p.
- 40- Queiroz, B. M. Produção de tilápias em viveiros, uma saída para piscicultura no Brasil? Seminário (Apresentado à disciplina Seminários de Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, 2003, 11f.
- 41- Avnimelech Y. Carbon/nitrogen as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, 1999, v.176, p.227-235.
- 42- Kubitza F. Qualidade de água na produção de tilápias. In: Kubitza F. *Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial*, Degaspari, 2000b. p.19-27.
- 43- Scorvo Filho, J. D. et al. A tilapicultura e seus insumos, relações econômicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2010, v. 39, n. esp. p. 112-118.
- 44- Barros, A. F. Tecnologia, custo e rentabilidade da produção de larvas e juvenis de peixes em piscicultura do Mato Grosso do Sul: estudo de caso. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005. 121f
- 45- Jomori, R. K.; D. J. Carneiro; M. I. E. G. Martins, M. C. Portella. Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* juvenile production in different rearing systems. *Aquaculture*, 2005 v. 243, n. 5, p. 175-183.
- 46- Streit JR., D. P. Diagnóstico técnico das unidades produtoras de alevinos do estado de Rondônia. EMATER, 2005. 45 p.
- 47- Menezes, J.B. Balanços das políticas públicas em aquicultura e pesca e metas futuras. Seminário. Porto velho; 2013.
- 48- Lundberg, J.G; Chermoff, B. A miocene fossil of the Amazonian fish *Arapaima* (Teleostei, Arapaimidae) from the Magdalena River Region of Colombia – Biogeography and evolutionary implications. *Biotropica*, 1992, v. 24, n.1. p. 2-14.
- 49- Castello, L. Um Método para contar pirarucu, *Arapaima gigas*: pescadores, avaliação e gestão de *North American Journal of Management Fishers.*, 2004, 24: 379-389.
- 50- Andrade, JIA; Ono, EA; Menezes, GC; Brasil, EM; Roubach, R .; Urbinati, CE; Tavares-Dias, M .; Marcon, JL; Affonso, EG. Influência de dietas suplementadas com vitaminas C e E em pirarucu (*Arapaima gigas*) parâmetros bioquímicos sanguíneos e fisiologia comparadas, 2007, 146: 576-580.

- 51-- Saint-Paul, U.. O potencial para a aquicultura de peixes de água doce da América do Sul.: Uma avaliação da Aquicultura, 1986, 54: 205-240.
- 52- Queiroz, J.F.; Lourenço J.N.P.; Kitamura, P.C. A Embrapa e a aqüicultura: demandas e prioridades de pesquisa. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 35p.
- 53- Lundberg, J.G; Chermoff, B. A miocene fossil of the Amazonian fish *Arapaima* (Teleostei, Arapaimidae) from the Magdalena River Region of Colombia – Biogeography and evolutionary implications. *Biotropica*, 1992, v. 24, n.1. p. 2-14.
- 54- Godinho, H.P, Santos J. E, Formagio S.P, Guimaraes-Cruz R.J. Gonadal morphology and reproductive traits of the Amazonian fish *Arapaima gigas*, *Acta Zoologica*, 2005, vol. 86, p. 289-294.
- 55- Val, A.L. e Honczaryk, A. Criando Peixes na Amazônia. Manaus: MCT/INPA. 1995, 160p
- 56- Gandra, AL. Pirarucu growth under different feeding regimes. *Aquaculture International*, 2007, vol. 15, p. 91-96.
- 57- Santos, GM, Ferreira, EJG & Zuanon, JAS. Peixes Comerciais de Manaus. Manaus, IBAMA, ProVárzea. Peixes comerciais de Manaus/Ibama/AM, ProVárzea, 2006. p. 144.
- 58- Venturieri, R.; Bernardino, G. Pirarucu, Espécie ameaçada pode ser salva através do cultivo. *Revista Panorama da Aqüicultura*, 1999, v. 9, n. 53, p. 13-21.
- 59- Ono, EA, Halverson, MR & Kubitz, F.. Pirarucu o gigante esquecido. *Panorama da Aqüicultura*, 2004, vol.14, n. 81 Jan/fev p.14-25.
- 60- Brauner, C. J.; Val, A. L. The interaction between O₂ and CO₂ exchange in the obligate air breather, *Arapaima gigas*, and the facultative air breather, *Lipossarcus pardalis*. In: Val, A. L.; Almeida-Val, V. M. F.; Randall, D. J. (Ed.). *Physiology and biochemistry of the fishes of the Amazon*. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1996. cap. 9, p.101-110.
- 61- Cavero, B. A. S.; Pereira-Filho, M.; Bordinhon, A. M.; Fonseca, F. A. L.; Ituassú, D. R.; Roubach, R.; Ono, E. A. Tolerance of pirarucu the increased concentration of ammonia in confined environment. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, maio 2004, v. 39, n. 5, p. 513 – 516.
- 62- Parker, B. *Arapaima*: An Amazonian fish species of immense proportions. *Biodiversity*, 2002, vol. 2, p. 21-24.
- 63- Kubitz, F. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões. 2003, 229p.

64- Read, P.; Fernandes, T. Management of environmental impacts of marine aquaculture in Europe. *Aquaculture*, 2003, v.226, p.139-163.

65- Mcgoogan, B.B.; Gatlin, D.M. Dietary manipulations affecting growth and nitrogenous waste production of red drum, *Sciaenops ocellatus*. II. Effects of energy level and nutrient density at various feeding rates. *Aquaculture*, 2003, v.182, p.271-285.

66- Saavedra, A.; Quintero, L. & Landines, M.. Aspectos reproductivos del pirarucú *Arapaima gigas*. In: *Biología y cultivo del pirarucú, Arapaima gigas: bases para un aprovechamiento sostenible*. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER). Imprenta Nacional de Colombia, 2005, p.31 – 41.

67- Imbiriba, E. P. Production and management of fingerlings pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier). Belém: EMBRAPA-CPATU, 1991. 19p. (Circular técnica, 57)

68- Queiroz HL Artisanal fisheries of Pirarucu at the Mamirauá ecological station. In: Padock C, Ayres M, Pinedo-Vasquez M, Henderson A (eds) *Va´zea: diversity, development, and conservation of Amazonia’s whitewater floodplains*. *Advances in economic botany*, 1999, vol 13. New York Botanical Garden Press, New York, p 83–99.

69- Luling, K. Zur Biologie und Okologie von *Arapaima gigas* (Pisces Osteoglossidae). 2. Morphol. Okol. Tiere, 1964 , 54: 436-530

70- Pereira-Filho, M.; Gandra, A. L.; Bordinhon, A. M.; Cavero, B. A. S.; Ituassu, D. R.; Ono, E. A.; Fonseca, F. A. L.; Moreira da Silva, J. A.; Roubach, R.; Crescencio, R. *Arapaima gigas: notas sobre seu cultivo no INPA*. In: SEMINARIO TALLER INTERNACIONAL DE MANEJO DE PAICHE O PIRARUCU. Iquitos, Perú. Seminários...Iquitos: Instituto de Investigaciones de La Amazonia Peruana (IIAP) y World Wildlife Foundation (WWF) - Russell E. Fernando Alcántara y VictorMontreuil (Eds.). Train Education for Nature Programo. 2003, p.93-110.

71- Pereira-Filho, M.; Roubach, R. Pirarucu (*Arapaima gigas*). In: Baldisserotto, B.; Gomes, L. C. *Espécies nativas para a piscicultura brasileira 2ª Ed.* Santa Maria, Editora UFSM, cap. 1, 2010, p. 27-56.

72- Núñez, J.; Chu-Koo, F.; Berland, M.; Arévalo, L.; Ribeyro, O.; Duponchelle, F.; Renno, J. F. Reproductive success and fry production of the Paiche or pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz), in the region of Iquitos, Peru. *Aquaculture Research*, Oxford, 2011, v. 42, p. 815-822.

73- Lopes, K.; Queiroz, H. L. Avaliação do Conhecimento Tradicional dos Pescadores da RDSM Aplicado à Identificação do Sexo de Pirarucus. *Uakari, Tefé*, 2009, v. 5, n. 2, p. 59-66.

- 74- Fontenele, O. Spawning habits pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier) (Pisces: Isospondyli, Arapaimidae), and growth of their larvae. Fortaleza, DNOCS, 1952. 22p.
- 75- Ituassú, D. R. Protein requirements of young pirarucu, *Arapaima gigas*(Cuvier, 1829). Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2002. 38p.
- 76- Queiroz, H. L. e Sardinha, A. D. "A preservação e o uso sustentado dos pirarucus (*Arapaima gigas*, Osteoglossidae) em Mamirauá". Em QUEIROZ, H. L. e CRAMPTON, W. G. R. (orgs.). *Estratégias para manejo dos recursos pesqueiros em Mamirauá*. Brasília, SCM, CNPq/ MCT, 1999, 208 p.
- 77- Soares, M.C. F, Noronha, E. A. P. Pirarucu, *Arapaima gigas*: Uma revisão bibliográfica visando à aqüicultura sustentável, Congresso Brasileiro de produção de peixes nativos de água doce, Dourados: 2007.
- 78-Luling, K. Zur Biologie und Okologie von *Arapaima gigas* (Pisces Osteoglossidae). 2. Morphol. Okol. Tiere, 1964 , 54: 436-530p.
- 79- Monteiro, L.B.B. Caracterização do Crescimento , Reprodução e Perfil hormonal dos esteróides sexuais do pirarucu *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822) em condições de cativeiro. Dissertação de mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura - UFRPE. 2005.
- 80-Nilsen B, Berg K, Eidem J, Kristiansen S, Brion F, Porcher J, Goksøyr A Development of quantitative vitellogenin-ELISAs for fish test species used in endocrine disruptor screening. *Anal Bioanal Chem*, 2004, 378:621–633p.
- 81- Ndiaye P, Forgue J, Lamothe V, Cauty C, Tacon P, Lafon P, Davail B, Fostier A, Le Menn F, Nuñez J. Tilapia *Oreochromis niloticus* vitellogenins: development of homologous and heterologous ELISAs and analysis of vitellogenin pathway through the ovarian follicle. *J Exp Zool*, 2006, 305A:576–593p.
- 82- Oliveira, E. G., Santos, F. J. S., Pereira, A. M. L., Lima C. B. Produção de tilápia: Mercado, espécie, biologia e recria, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007, Circular técnica 45. p.1-12.
- 83- Nunes, L. Guabi desenvolve ração “pirá turbo 36” para auxiliar produtores de peixes a diminuírem as perdas na produção. Instituto da pesca do Governo do Estado de São Paulo, 2007 http://www.pesca.sp.gov.br/noticia.php?id_not=1565. (acessado em 22 de março 2016)
- 84- Adamy. A. Zoneamento geoambiental de Pimenta Bueno. Dissertação de Mestrado- Programa de Pós- Graduação em Desenvolvimento regional e Meio Ambiente, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2005. 105p.
- 85- Baldisseroto, B. Fisiologia de peixes aplicada piscicultura, 2ed. Santa Maria: UFSMS, 2002: 2ed. 212p.

- 86- Billard, R.; Breton, B.; Fostier, A.; Jalabert, B; Weil, C. Endocrine control of teleost reproductive cycle and its relation to external factors: Salmonids and cyprinids models. In: Gaillard, P. J.; Boer, H. H. *Comparative Endocrinology*. Elsevier, 1978. cap. 3, p. 37-48.
- 87- Lam, T. J. Environmental influences on gonadal activity in fish. In: HOAR, W. S.; Randall, D. J.; Donaldson, E. M. *Fish Physiology*. New York: Academic Press, 1983. cap. 2, p. 65-116.
- 88- Manual SKULDTECH teste de sexagem para *Arapaima gigas*, França, 2013, 10 p.
- 89- Guerra, F.H. Desarrollo sexual del paiche, *Arapaima gigas*, en las Zonas Reservadas del Estado (Rios Pacaya y Samira) 1971-1975. Informe Instituto del Mar del Perú, 1980, nº 67.
- 90- Alcântara, B.F. Observaciones sobre el comportamiento reproductivo del paiche, *Arapaima gigas*, em cautiveiro. Informe Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), Folia Amazônica, 1990, V. n. 2, p 1- 4.
- 91- Lima, L. G. Aspectos do Conhecimento Etnoictiológico de Pescadores Citadinos Profissionais e Ribeirinhos na Pesca Comercial da Amazônia Central. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, da Universidade Federal do Amazonas. 2003. 131p.

Anexo A

QUESTIONÁRIO – PISCICULTURA BOA ESPERANÇA

CARACTERIZAÇÃO DA PISCICULTURA NA REGIÃO CENTRO SUL DE RONDÔNIA

I PROPRIETÁRIO

1.1 Nome: _____

1.2 Endereço: _____

1.3 Nível de escolaridade:

() Sem instrução; () Ensino Fundamental () Completo () Incompleto;
 Ensino Médio () Completo () Incompleto; Ensino Superior () Completo () Incompleto

Qual _____

1.4 Quando veio para Rondônia _____ De onde veio

1.5 Reside no Estado a quanto tempo? _____

II PROPRIEDADES

2.1 Nome da Propriedade: _____

2.2 Endereço: _____

2.2.1 Endereço: _____

2.3 Propriedade: () Arrendada () Própria

2.4 Área da propriedade _____

2.4.1 Área da propriedade _____

2.5 Tipo de atividades realizadas:

() Piscicultura () Pecuária () Suinocultura () Agricultura

III CARACTERIZAÇÃO DA PISCICULTURA

3.1 Área dedicada à piscicultura _____

3.2 Quando da renda é oriunda da piscicultura _____

3.3 A quanto tempo trabalha na piscicultura _____

3.4 Houve algum incentivo governamental para sua atividade? _____

3.5 Por que escolheu dedicar-se à piscicultura _____

3.6 Qual o tipo de estrutura para piscicultura existe em sua propriedade?

Tanque _____

Quantos tanques _____
Lâminas d'água _____ hectares

3.7 Qual a origem da água:

() Represa () Córrego () Rio () Açude () Nascente () Poço ()
Outros

3.8 Quais as espécies de peixe são cultivados na piscicultura?

() Tambaqui () Pintado () Pirarucu () Outros

3.9 Como executa as atividades na piscicultura:

() mão de obra familiar () contrata mão de obra. Quantos ?

3.9 Possui Licenciamento Ambiental para a piscicultura ? () Sim () Não

3.10 Possui quais licenças para funcionamento e comercialização da piscicultura

3.11 Qual o tamanho dos tanques?

3.12 Qual a profundidade dos tanques?

3.13 Como é feito o controle do Ph?

3.14 A temperatura é monitorada?

3.15 Existe que tipo de predadores na sua propriedade? O Que é feito?

IV Matrizes de Pirarucu

4.1 Qual a origem de suas Matrizes?

4.2 Quantas matrizes em cada propriedade?

4.3 Tem controle de idade dessas matrizes?

4.4 Como são instalados esses controles (chips)?

4.5 Hoje já são identificadas pelo gênero?

4.6 Como é realizada a identificação de gênero?

4.7 Teve alguma dificuldade na realização do teste da sexagem?

4.8 Passou por algum treinamento ou algum técnico lhe ajudou a executar o teste de sexagem?

4.9 Quais os critérios para a escolha de parceiros/matrizes?

4.10 Sobre comportamento das matrizes, o apetite delas muda na época da reprodução?

V. Nutrição

5.1 Que dieta alimentar é fornecida às matrizes de pirarucu?

5.2 Quanto de peixe forrageiro é colocado em cada tanque?

5.3 Qual a dieta alimentar desse peixe forrageiro?

VI. Reprodução

6.1 Como identificar se matrizes estão com larvas?

6.2 Quantas matrizes desovaram tiveram no ano de 2014?

6.3 Alguma matriz teve desovas parceladas?

6.4 Qual o comportamento da fêmea e do macho quando estão com as larvas?

6.5 Qual o processo de retirada das larvas do convívio do macho?

6.6 Qual o destino dessas larvas?

6.7 Como é a alimentação das larvas?

6.8 Qual e a taxa de sobrevivência das larvas na maternidade?

6.9 Em quantos dias as larvas vão para os tanques?

VII. Comercialização

7.1 Qual o tamanho e com quantos dias o alevino é comercializado?

7.2 Que valor é sustentável para comercialização do alevino?

7.3 A piscicultura Boa Esperança passou por problemas de adequação ao mercado?

Anexo B

Tabela: Produção da Piscicultura Boa Esperança 1 2014/2015

Área m2	Viveiro	Macho	Origem	Fêmea	Origem	Número de desovas	Alevinos produzidos
400	5	326237	Purus	28058	Purus	0	0
400	6	36411	Porto Velho	26237	Porto velho	0	0
400	7	36265	Purus	28706	Purus	0	0
450	11	27329	Porto Velho	36477	Purus	0	0
500	19b	29070	Porto Velho	33486	Purus	1	600
519	10	27290	Purus	32426	Porto velho	0	0
550	9	27149	Porto Velho	27235	Porto velho	0	0
550	19d	32567	Purus	33191	Peru	1	1700
580	20	39282	Purus	3556	Porto velho	0	0
580	17	12616	Purus	32876	Porto velho	0	0
600	8	31300	Purus	9680	Purus	0	0
600	19c	37932	Peru	44856	Purus	0	0
680	12	28576	Porto Velho	27095	Purus	0	0
800	14	28080	Peru	32573	Purus	0	0
1000	15	28567	Peru	28183	Porto velho	3	4000
1000	16	37883	Porto Velho	29564	Porto velho	0	0
1200	13	27621	Porto Velho	36349	Peru	8	38000
1300	3	27603	Purus	2010299	Purus	1	950
1500	18	42970	Porto Velho	29536	Porto velho	6	5280

Anexo C

Tabela: Produção da Piscicultura Boa Esperança 2 2014/2015

Área m2	Viveiro	Macho	Origem	Fêmea	Origem	Número de desovas	Alevinos produzidos
400	P1	27663	Purus	28049	Peru	0	0
400	P2	27639	Peru	32725	Porto Velho	1	1080
400	P3	42917	Peru	36375	Purus	0	0
400	P4	28216	Peru	16031	Porto velho	0	0
400	P5	27835	Porto Velho	44804	Purus	0	0
400	P6	28976	Peru	27534	cacoal	0	0
400	P7	139315	Purus	25325	peru	0	0
400	P8	28187	Purus	29311	Purus	0	0
400	P9	36541	Purus	40850	Purus	0	0
900	P17	29319	Porto Velho	44856	Purus	0	0
900	P18	28670	Porto Velho	36649	purus	0	0
900	P19	28119	Peru	28611	Purus	1	1500
900	P20	27230	Peru	27353	Purus	0	0
900	P21	29250	Porto Velho	27511	Peru	2	3700
900	P22	27459	Peru	29106	purus	5	10450
1200	P16	3437	Purus	27296	Porto velho	1	2300

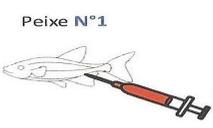
Anexo D

Manual Skuldtech

PROCEDIMENTO

1- Extração de sangue

Peixe N°1



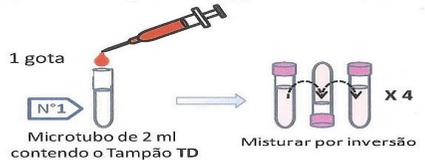
2- Diluição de uma gota do sangue num Tampão TD

1 gota

N°1

Microtubo de 2 ml contendo o Tampão TD

Misturar por inversão X 4



3- Identificação dos poços das microplacas e das Pipetas

Deposito das membranas Mini-Array

N°1



4- Incubação 1

Retirar 1 ml da amostra de sangue N°1

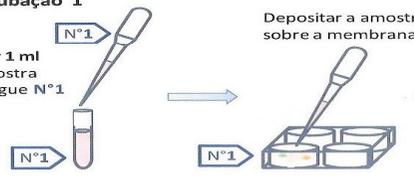
N°1

Depositar a amostra sobre a membrana

N°1

Incubação 1 h

Agitar a microplaca de vez em quando



5- Lavagem: 3 Lavagens de 5 minutos com 1ml do Tampão TL

Esvaziar o conteúdo do poço N°1 com a pipeta N°1

N°1

Adicionar 1 ml do TL

N°1

Incubação 5 minutos

Agitar a microplaca de vez em quando



6- Incubação 2

Adicionar 1 ml do A1

N°1

Adicionar 1 gota do A2

Incubação 1 h

Agitar a microplaca de vez em quando



7- Lavagem: 3 Lavagens de 5 minutos com 1ml do Tampão TL

8- Revelação

Adicionar 0,5 ml do B

N°1

Incubação 10 minutos



9- Parar a reação

Adicionar 1 ml do TP

N°1



10- Leitura dos resultados

Macho

Fêmea



Skuldtech – Kit para sexagem do Pirarucu (*Arapaima gigas*) - Manual de utilização - Abril 2013

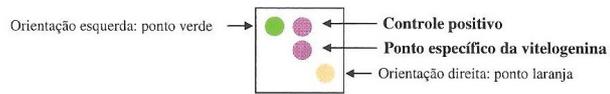
8

Skuldtech – Kit para sexagem do Pirarucu (*Arapaima gigas*) - Manual de utilização - Abril 2013

9

Anexo E

Manual Skuldtech



Presença de VTG no sangue: FÊMEA		As reações imunológicas e enzimáticas são válidas. O indivíduo é uma fêmea.
Ausência de VTG no sangue: Macho (ou fêmea imatura)		As reações imunológicas e enzimáticas são válidas. O indivíduo é um macho, se for um adulto. No caso de um indivíduo jovem, pode se tratar de uma fêmea imatura.
Teste inválido		As reações imunológicas e enzimáticas não foram realizadas com sucesso. Os resultados são inconclusivos.

RESENHA BIOGRÁFICA DA AUTORA

Elissa Gonçalves de Oliveira e Silva – filha de Edson Silva e Eneida Gonçalves de Oliveira e Silva, nasceu em Pimenta Bueno, Rondônia, no dia 01 de junho de 1981. Em fevereiro de 2006 graduou-se no curso de Farmácia pela Universidade Metodista de Piracicaba/SP. Em dezembro de 2007 término da habilitação em Análises Clínicas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Concluiu Curso de Extensão em Meio Ambiente, realizado pelo Instituto Brasileiro de Educação Ambiental, 2006. Em 2008, aprovada em concurso público, iniciou atividades profissionais como bioquímica na cidade de Primavera de Rondônia. Em 2010, aprovada em concurso público para exercer como farmacêutica no Hospital Regional de Cacoal. Pós graduada em Docência no Ensino Superior em 2009 pela Faculdade de Pimenta Bueno/RO. Em 2013 ingressou no Mestrado Profissional, stricto sensu, da unicastelo, com a intenção de atuar no projeto “Manejo da reprodução do pirarucu (*Arapaima gigas*) na piscicultura boa esperança, Rondônia no estado de Ronônia, Brasil: ”.