

DANIEL VIEIRA CREPALDI

**ULTRA-SONOGRAFIA EM SURUBINS
(*PSEUDOPLATYSTOMA CORUSCANS*): AVALIAÇÃO DE
PARÂMETROS REPRODUTIVOS E CARACTERÍSTICAS
DE CARÇAÇA**

Tese apresentada à Escola de Veterinária da
Universidade Federal de Minas Gerais,
como requisito parcial para obtenção do
grau de Doutor em Ciência Animal
Área de concentração: Produção Animal
Orientador: Prof. Lincoln Pimentel Ribeiro

Belo Horizonte
UFMG - Escola de Veterinária
2008

C917u Crepaldi, Daniel Vieira, 1975-

Ultra-sonografia em surubins (*Pseudoplatystoma coruscans*): avaliação de parâmetros reprodutivos e características de carcaça / Daniel Vieira Crepaldi. – 2008.

98 p. : il.

Orientador: Lincoln Pimentel Ribeiro

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária

Inclui bibliografia

1. Surubim (Peixe) – Reprodução – Teses. 2. Surubim (Peixe) – Criação – Teses.
3. Surubim (Peixe) – Carçacas – Teses. 4. Aquicultura – Teses. I. Ribeiro, Lincoln Pimentel.
II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 639.31

**A Deus, pelas oportunidades e caminhos
que tem colocado na minha vida**

AGRADECIMENTOS

À minha família pelo apoio e incentivo;

Aos orientadores Profs. Lincoln Pimentel Ribeiro, Lúcio Carlos Gonçalves, Iran Borges e Denise pela orientação, conhecimentos e experiência transmitidos;

Aos colegas do LAQUA pela ajuda constante nos trabalhos; em especial ao eterno amigo Edgar e ao amigo Macarrão.

Ao “Velho Chico” fonte de inspiração, paz e momentos inesquecíveis proporcionados;

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos;

Acima de tudo agradeço a Deus pelas oportunidades e caminhos que tem colocado na minha vida.

Belo Horizonte
UFMG - Escola de Veterinária

2008

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	13
ABSTRACT	14
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 A situação da aquicultura e da pesca no Mundo.....	16
2.2 Aquicultura no Brasil.....	23
2.3 O surubim.....	25
2.3.1 Importância econômica do surubim na Bacia do rio São Francisco.....	27
2.3.2 O surubim na aquicultura.....	28
2.3.3 Características reprodutivas.....	33
2.3.3.1 Estádios do ciclo reprodutivo.....	35
2.3.4 Reprodução Induzida.....	39
2.4 - A ultra-sonografia (US).....	45
2.4.1 - Ultra-som na piscicultura.....	46
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
CAPÍTULO 1.....	62
VALIDAÇÃO DA TÉCNICA DE ULTRA-SONOGRAFIA PARA A SEXAGEM E CLASSIFICAÇÃO DO ESTÁDIO REPRODUTIVO EM SURUBINS (<i>P. coruscans</i>).....	62

1. RESUMO.....	61
2. ABSTRACT.....	61
3. INTRODUÇÃO.....	62
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	63
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
6. CONCLUSÕES.....	81
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
CAPITULO 2.....	85
RENDIMENTO DE CARCAÇA DO SURUBIM (<i>Pseudoplatystoma coruscans</i>) EM DIFERENTES CLASSES DE PESO.....	85
1. RESUMO.....	85
2. ABSTRACT.....	85
3. INTRODUÇÃO.....	86
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	88
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	90
6. CONCLUSÕES.....	98
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99

LISTA DE TABELAS E PLANILHAS

	Página
Tabela 1: Produção e utilização mundial de pescados.....	17
Tabela 2: Os 10 maiores produtores mundiais na aquicultura (2002-2004).....	20
Tabela 3: Produção mundial da aquicultura por espécies (2002-2004).....	22
Tabela 4: Produção total (t) e participação relativa (%) da pesca extrativa e da aquicultura em águas marinhas e continentais, 1997 – 2005.....	23
Tabela 5: Produção estimada, no Brasil, da aquicultura continental e marinha de peixes, crustáceos e moluscos, segundo as regiões em 2005.....	24
Tabela 6: Produção da aquicultura no estado de Minas Gerais.....	25
Tabela 7: Data das expedições e número de peixes coletados durante o experimento.....	64
Tabela 8: Teste do qui-quadrado para a proporção de machos e fêmeas de surubim capturados nos anos de 2004 a 2006.....	73
Tabela 9: Grupos avaliados e classes de peso de surubins.....	74
Tabela 10: Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) de variáveis biométricas em surubins (<i>P. coruscans</i>) em quatro classes de pesos.....	74
Tabela 11: Porcentagem do peso dos ovários em relação peso total dos peixes imaturos, em estágio de maturação inicial, final e pós-desova.....	76
Tabela 12: Acurácia do ultra-som na sexagem e identificação do estágio de maturação gonadal em surubins.....	77
Tabela 13: Grupos avaliados e classes de peso de urubins.....	88
Tabela 14: Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) de variáveis biométricas em surubins (<i>P. coruscans</i>) em quatro classes de pesos.....	91
Tabela 15: Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) de variáveis ultra-sonográficas em surubins.....	95
Tabela 16: Correlações de Pearson entre as medidas biométricas e as mensurações de imagens ultra-sonográficas em surubins (<i>P. coruscans</i>) na classe de peso 1.....	96
Tabela 17: Correlações de Pearson entre as medidas biométricas e as mensurações de imagens ultra-sonográficas em surubins (<i>P. coruscans</i>) na classe de peso 2.....	96
Tabela 18: Correlações de Pearson entre as medidas biométricas e as mensurações de imagens ultra-sonográficas em surubins (<i>P. coruscans</i>) na classe de peso 3.....	97

Tabela 19: Correlações de Pearson entre as medidas biométricas e as mensurações de imagens ultra-sonograficas em surubins (<i>P. coruscans</i>) na classe de peso 4.....	97
--	----

LISTA DE FIGURAS

	Página
Fig. 01: Distribuição mundial da aquacultura por grupos.....	21
Fig.02: Produção mundial de peixes, moluscos e crustáceos em 2004, por ambiente.....	21
Fig.03: <i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> e <i>P. coruscans</i>	26
Fig 04: Bacia do Rio São Francisco.....	27
Fig 05: Cultivo de surubim (<i>P. coruscans</i>) em tanques-rede.....	30
Fig 06: cultivo de juvenis de surubim (<i>P. coruscans</i>) em tanques-rede.....	30
Fig 07: Caixas de 0,15 m ³ com surubins híbridos.....	31
Fig.08: Larva de surubim (<i>P.coruscans</i>).....	32
Fig. 09: Ovários em estágio de repouso reprodutivo.....	36
Fig. 10: Corte histológico de ovário de <i>P. coruscans</i> em repouso.....	36
Fig. 11: Ovários em estágio de maturação inicial.....	37
Fig. 12: Corte histológico de ovário de <i>P. coruscans</i> em maturação inicial.....	37
Fig. 13: Ovários em estágio de maturação final.....	37
Fig. 14: Corte histológico de ovário de <i>P. coruscans</i> em maturação final.....	37
Fig. 15: Ovários em estádios de repouso (R), maturação inicial (I) e final (F).....	38
Fig. 16: Ovários pós-desova.....	38

Fig. 17: Corte histológico de ovário de <i>P. coruscans</i> desovado.....	38
Fig. 18: Poro urogenital hiperêmico.....	45
Fig. 19: Captura de surubins com rede tipo caçea.....	64
Fig. 20: Chegada dos peixes ao acampamento de apoio.....	64
Fig. 21: Comprimento total (CT); comprimento padrão (CP) em surubim (<i>P. coruscans</i>).....	65
Fig. 22: Pesagem e mensuração de comprimento total e padrão.....	65
Fig. 23: Obtenção das imagens ultra-sonográficas.....	65
Fig. 24: Peixe imerso na água durante a obtenção das imagens de ultra-som.....	66
Fig. 25: Imagem ultra-sonográfica de ovário de surubim (<i>P. coruscans</i>) em repouso reprodutivo.....	66
Fig. 26: Imagem ultra-sonográfica de ovário de surubim (<i>P. coruscans</i>) em maturação inicial.....	67
Fig. 27: Imagem ultra-sonográfica de ovário de surubim (<i>P. coruscans</i>) em maturação final.....	67
Fig. 28: Ovários em estágio de repouso reprodutivo.....	68
Fig. 29: Ovários em estágio de maturação inicial.....	68
Fig. 30: Ovários em maturação inicial ocupando pequeno volume da cavidade celomática.....	68
Fig. 31: Ovários em estágio de maturação final.....	68
Fig. 32: Ovários em estágio final de maturação ocupando quase toda cavidade celomática.....	68
Fig. 33: Ovários pós-desova.....	68
Fig. 34: Mensurações de peso e diâmetro dos ovários.....	69
Fig. 35: Coleta de fragmento de ovário e armazenamento em líquido de Boiun.....	69
Fig. 36: Corte histológico de ovário de <i>P. coruscans</i> em repouso.....	70
Fig. 37: Corte histológico de ovário de <i>P. coruscans</i> em maturação inicial.....	70

Fig. 38: Corte histológico de ovário de <i>P. coruscans</i> em maturação final.....	70
Fig. 39: Corte histológico de ovário de <i>P. coruscans</i> desovado.....	71
Fig. 40: Imagem ultra-sonográfica de ovário de surubim em estágio final de maturação.....	78
Fig. 41: Imagem ultra-sonográfica de ovário de surubim em repouso sexual.....	79
Fig. 42: Imagem ultra-sonográfica de testículo de surubim em repouso sexual.....	79
Fig. 43: Medidas lineares: CCAB= comprimento de cabeça; CT=comprimento total; CP= comprimento padrão em surubim	89
Fig. 44: Ponto de obtenção das imagens ultra-sonograficas dorso ventrais: ANA (base anterior da nadadeira adiposa).....	89
Fig. 45: Imagem ultra-sonográfica e mensurações da Altura (H); Largura (L) e Área da musculatura epi-axial em surubins.....	90

RESUMO

O consumo de peixes vêm aumentando nas últimas quatro décadas, tanto pela maior demanda quanto pelas mudanças no hábito alimentar da população, que vem, cada vez mais, buscando produtos com perfil nutricional adequado. A aquicultura e a pesca, nos últimos anos, alcançaram grandes produtividades, abastecendo o mercado mundial com cerca de 140 milhões de toneladas de peixes. Desse total, a aquicultura já é responsável por aproximadamente 43%. A aquicultura brasileira cresce a passos largos, beneficiada por todas as características naturais do país. Os peixes mais utilizados para cultivo no Brasil são as tilápias, carpas, trutas e as espécies nativas. A espécie escolhida para compor este estudo, *Pseudoplatystoma coruscans*, é de água doce e têm um alto valor comercial, considerado como um peixe nobre por apresentar carne saborosa, com baixo teor de gordura e ausência de espinhos intramusculares, contudo, existem poucos estudos sobre as características de rendimento e qualidade da carcaça dessa espécie. Existem poucos piscicultores produzindo alevinos dessa espécie, sendo a reprodução em cativeiro de baixa eficiência devido a problemas como a dificuldade na identificação do momento ideal de início do protocolo de indução à desova, o que acarreta em baixos índices reprodutivos e conseqüentemente pouca eficiência econômica. Este trabalho objetivou avaliar os parâmetros de desenvolvimento gonadal do surubim, através da ultra-sonografia e o rendimento de carcaça dessa espécie em diferentes classes de peso. Na primeira etapa, buscou-se a criação de parâmetros para a avaliação dos diferentes estádios de maturação gonadal, através da ultra-sonografia, durante todo o período reprodutivo, visando melhorar a detecção do momento ideal para iniciar-se os protocolos de reprodução induzida de surubins. Foram avaliados 176 surubins com peso entre 2 e 46,2 kg (*P. coruscans*), capturados no médio São Francisco entre os anos de 2004 e 2006. A acurácia na identificação do estágio final de maturação foi de 100%, e de 94,6 % nos peixes em repouso reprodutivo. A identificação das gônadas imaturas ou em repouso reprodutivo foi de difícil execução, tanto pelas características das mesmas quanto pelas condições de campo da pesquisa. Não foi possível sexar os peixes quando esses eram jovens ou em repouso reprodutivo, contudo, em fases avançadas de maturação é possível identificar as fêmeas e definir os machos por exclusão. A possibilidade de se obter imagens das gônadas em tempo real permite, com maior eficiência, a detecção do momento exato de aplicação do hormônio em protocolos de indução à desova o que pode gerar nos índices produtivos dessa espécie. Na segunda etapa, avaliou-se o rendimento de carcaça do Surubim em diferentes classes de peso e as correlações entre as mensurações biométricas com a altura, largura e área da musculatura epi-axial em imagens ultra-sonográficas. Os peixes foram divididos em 4 grupos de acordo com peso total. Todos os grupos foram submetidos a análise de variância aplicando-se o teste Student-Newman-Kells (SNK) a 5% de probabilidade para comparação das médias. As correlações entre as medidas biométricas foram estatisticamente diferentes entre os grupos estudados, excetuando-se o rendimento de carcaça que foi semelhante para todas as classes. Equações de regressão foram propostas sendo a que apresentou o melhor R^2 (0,87) foi aquela que relacionou o peso total (PT) com o comprimento total (CT) na classe de peso 4. As correlações entre as medidas ultra-sonográficas, no ponto escolhido, e os mensurações biométricas foram baixas ou sem significância. Pode-se supor que o ponto de obtenção de imagens considerado ótimo para classes de peso menor, não podem ser aplicados a exemplares de maior tamanho, ou seja, há diferença no padrão de crescimento corporal dessa espécie durante seu ciclo de vida.

Palavras-chave: Aquicultura, gônadas, rendimento, surubim, ultra-som

ABSTRACT

*Fish consumption is increasing in the last four decades, not only in demand but also for because of the changes in human feed consumption, that comes, each time more, searching products with adjusted nutritional profile. Aquaculture and fishing, in recent years, had reached great productivity, supplying the world-wide market with about 140 million tons of fish. Of this total, aquaculture is already responsible for approximately 43%. The Brazilian aquaculture grows fast, benefited for all the natural characteristics of the country. The most important fish produced in Brazil are; tilápias, carps, trouts and other natives' species. The chosen species to compose this study, *Pseudoplatystoma coruscans*, is a freshwater fish with a high commercial value. Is considered noble because of it's low fat rate and absence of fishbone, however, few studies exists about its zootechnics characteristics as quality of carcass yield. Few fish farmers produce surubin's fry. Reproduction in captivity has a low efficiency due the problems in the identification of the ideal moment to beginning the spawning induction protocol. The aim of this work was evaluate the parameters of gonadal development of surubim, through ultrasound and the carcass yield of this species in different weight class. In the first stage, parameters for the evaluation of different gonadal maturation status was created during all the reproductive period, through the ultrasound, aiming the improvements in the detection of the ideal time to initiate the induced reproduction protocols. One hundred seventy-six surubins (*P. coruscans*) weighting between 2 and 46.2 kg had been evaluated. The fish were captured in the medium San Francisco river between 2004 and 2006. The accuracy identification of the final maturation status was 100%, and 94.6 % in the fish in reproductive rest. The gonad identification in immature or in reproductive rest status was difficult, as such for the characteristics of the same ones how much for the field research conditions. It was not possible to sex fish when those were young or in reproductive rest, however, in advanced phases of maturation it is possible to identify the females and to define the males by deduction. The possibility of making gonad evaluations in real time allows, with higher efficiency, the detection of the corrected moment to initiate reproduction induction protocols. In the second stage, was evaluated the carcass yield of Surubim in different weight class and the correlations between the biometric measures and the height, width and area of the epi-axial muscle in ultrasound images. The animals were divided in 4 groups in accordance with their total weight. All groups were subjected to variance analysis Student-Newman-Kells test (SNK) with 5% of probability for comparison of the means. All the correlations were statistically different between the analyzed groups, with the exception of the carcass yield (74,38%). Equations of regression were proposed, the best R^2 ($R^2 = 0,87$) was reached in equation in the group number 4 that related the total weight (PT) with the total length (CT). The correlations between the ultrasound measures, in the chosen point, and the biometric measures were low or with no significance. The excellent point to make ultrasound images for the lower weight class cannot be applied to specimens of greater size. There is a visible difference in the patterns of corporal growth of this species during its life cycle.*

Keywords: Aquaculture, gonads, carcass yield, surubim, ultrasound

1. INTRODUÇÃO

O consumo de peixes vêm aumentando nas últimas quatro décadas, tanto pela maior demanda quanto pelas mudanças no hábito alimentar da população, que vem, cada vez mais, buscando produtos com perfil nutricional adequado.

A carne de pescado é muito nutritiva, sendo rica em proteínas, aminoácidos, vitaminas e minerais. É um alimento de baixa gordura além de possuir elevados teores de ômega-3 trazendo benefícios à saúde humana (BRUSCHI, 2001).

A distribuição heterogênea no consumo de peixes no mundo é marcante. As diferenças ocorrem entre continentes, países ou mesmo entre regiões, sendo que o consumo *per capita* pode variar de menos de 1 kg a mais de 100 kg dependendo do costume, disponibilidade e acesso ao produto pelo mercado consumidor.

A aquicultura e a pesca, nos últimos anos, alcançaram grandes produtividades, abastecendo o mercado mundial com cerca de 140 milhões de toneladas de peixes. Desse total, a aquicultura já é responsável por aproximadamente 43%, enquanto nos anos 80 esse número era de 9% (FAO, 2007). Há uma clara tendência do aumento da aquicultura pois a pesca extrativista está estagnada a mais de 20 anos não conseguindo mais preencher a lacuna deixada por esse segmento no setor.

A aquicultura brasileira cresce a passos largos, beneficiada por todas as características naturais, geração e difusão de tecnologia, disponibilidade de insumos e oportunidades de mercado (KUBITZA, 2007). Na última década, essa atividade cresceu em média 23,8% ao ano, enquanto a aquicultura mundial 10,2% (FAO, 2007).

Os peixes mais utilizados para cultivo no país são as tilápias, carpas, trutas e as

espécies nativas. O mercado emergente de peixes nativos tem despertado interesse de diversos órgãos de pesquisa e fomento da aquicultura nacional. Algumas espécies, como os peixes redondos (pacu, tambaqui e híbridos) e o surubim, têm se destacado quando mantidos em cativeiro. As características de carne e o desempenho zootécnico apresentado atraem cada vez mais o mercado para essas espécies, porém, o pacote tecnológico para a produção comercial ainda necessita de ajustes, principalmente no que tange ao aspecto reprodutivo.

A espécie escolhida para compor este estudo, *Pseudoplatystoma coruscans* (AGASSIZ, 1829) é conhecida no vale do Rio São Francisco como surubim ou moleque sendo um peixe de hábito alimentar estritamente piscívoro (MARQUES, 1993), podendo alcançar mais de 100 kg (FOWLER, 1951). São peixes de água doce que têm um alto valor comercial, considerados produtos nobre por apresentarem carne saborosa, com baixo teor de gordura e ausência de espinhos intramusculares. Estas características atendem as preferências atuais e futuras do mercado de peixe e fazem da carne do surubim um produto com grandes possibilidades de exportação (KUBITZA et al., 1998).

Existem poucos piscicultores produzindo alevinos dessa espécie, sendo a reprodução em cativeiro de baixa eficiência devido a problemas como a dificuldade na identificação do momento ideal de início do protocolo de indução à desova, o que acarreta em baixos índices reprodutivos e conseqüentemente pouca eficiência econômica.

Na reprodução em cativeiro, normalmente, utiliza-se o mecanismo de indução hormonal da desova através do emprego de extrato de hipófise de peixes. Entretanto o sucesso dessa técnica é totalmente dependente da

potência hormonal das hipófises adquiridas e, principalmente, da determinação exata do momento do início do protocolo de indução, o qual depende do estágio de maturação gonadal. A ausência de dimorfismo sexual no surubim torna difícil sua sexagem e a definição desse estágio de maturação, tornando a reprodução induzida imprecisa e casual, sendo, portanto necessária à adoção de uma técnica confiável, prática não invasiva e não letal para determinação do sexo e do estágio de desenvolvimento das gônadas. Existem várias técnicas para análise do desenvolvimento e estágio de maturação gonadal de peixes como: biópsias de ovários, visualização macroscópica, dosagens hormonais, canulação urogenital, análise lipofosfoprotéica do plasma, concentração vitelogenética, métodos de imuno-aglutinação e radioimunoensaio dos níveis de esteróides no sangue. A maioria dessas técnicas são extremamente invasivas prejudicando a saúde e o desempenho reprodutivo, não sendo utilizadas comumente na piscicultura. Elas geram um grande estresse nos reprodutores do plantel, introduzindo patógenos e inibindo a ovulação, sendo ainda métodos ineficientes ao longo do ano, particularmente quando os peixes não estão em período reprodutivo. Até então, a principal técnica empregada se baseava na visualização de caracteres externos como abaulamento da parede celomática e hiperemia e dilatação do poro urogenital. Tais técnicas são muito subjetivas podendo variar de acordo com as características de cada indivíduo acarretando em baixa eficiência em programas de desova induzida.

A ultra-sonografia por ser uma técnica não invasiva pode ser empregada em animais vivos causando estresse mínimo permitindo a otimização da detecção da melhor momento de indução à desova, sem acarretar em perda de reprodutores por infecções secundárias, além de permitir a tomada de decisões em tempo real.

A possibilidade de se obter imagens das gônadas em tempo real permite, com maior eficiência, a detecção do momento exato de aplicação do hormônio em protocolos de desova induzida. Isso é possível uma vez estipulados os parâmetros de comparação entre as imagens de ultra-som das gônadas e a fase de maturação em que se encontram.

Objetivou-se com esse trabalho criar parâmetros para avaliação e identificação dos diferentes estádios de maturação gonadal do surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) através do ultra-som; validar a técnica de ultra-sonografia como indicador do momento ideal de início do protocolo de indução à desova; e avaliar e correlacionar as mensurações biométricas com as imagens ultra-sonográficas da musculatura dos surubins em diferentes classes de peso.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A situação da aquicultura e da pesca no Mundo

O desenvolvimento econômico do país, associado às mudanças no hábito alimentar da população têm sido responsáveis pela crescente demanda por peixes no Brasil e no mundo. Porém, sabe-se que a pesca extrativista não consegue mais preencher a lacuna deixada por esse segmento do setor.

Sabe-se hoje que das 600 espécies marinhas monitoradas, 52% estão totalmente exploradas, que é o caso das 10 primeiras espécies da lista de peixes utilizados na alimentação humana; 25% sobre-explotados; 7% em colapso; 1% em recuperação; 20% moderadamente exploradas e apenas 3% continuam em estado de sub-exploração (FAO, 2006). Contudo, a coleta de dados para estatísticas da pesca em águas continentais é complicada devido a fatores como: múltiplos modos de captura, número elevado de espécies exploradas,

características e quantidade variável de acordo com a época do ano, além do fato de que essas capturas ocorrem geralmente em áreas remotas e são efetuadas por pessoas com baixo nível de instrução. Em relatório publicado pela FAO em 2006, indica-se que a pesca nos grandes rios tem colocado em risco algumas espécies, das 21 mais procuradas nas capturas, 10 estão vulneráveis ou em sério risco de extinção e para as 11 restantes os dados de coleta são insuficientes para fazerem-se as avaliações necessárias.

Os recursos naturais das águas continentais continuam a declinar como resultado da degradação ambiental e da retirada de uma quantidade maior de peixes que o ambiente

consegue repor, ou seja, a sobre pesca. A utilização cada vez maior da água para a agricultura e para a geração de energia, contribui ainda mais para a depleção de tais estoques. Tal processo se torna irreversível devido à falta de visão quanto a possível utilização racional dos recursos hídricos, assim como o enquadramento da aquacultura como atividade em franca expansão.

A aquacultura e a pesca, nos últimos anos, alcançaram grande produtividade, abastecendo o mercado mundial com cerca de 140 milhões de toneladas de peixes, ou 16,6 kg/per capita/ano (Tabela 1). Desse total, a aquacultura já é responsável por aproximadamente 43%, enquanto nos anos 80 esse número era de 9% (FAO, 2006).

Tabela 1: Produção e utilização mundial de pescados

	2000	2001	2002	2003	2004	2005*
Milhões de toneladas						
Produção						
Continental						
Pesca	8,8	8,9	8,8	9,0	9,2	9,6
Aquacultura	21,2	22,5	23,9	25,4	27,2	28,9
Subtotal	30,0	31,4	32,7	34,4	36,4	38,5
Marinha						
Pesca	86,8	84,2	84,5	81,5	85,8	84,2
Aquacultura	14,3	15,4	16,5	17,3	18,3	18,9
Subtotal	101,1	99,6	101	98,8	104,1	103,1
Subtotal Captura	95,6	93,1	93,3	90,5	95,0	93,8
Subtotal Aquacultura	35,5	37,9	40,4	42,7	45,5	47,8
Total	131,1	131	133,7	133,2	140,5	141,6
Utilização						
Consumo humano	96,9	99,7	100,2	102,7	105,6	107,2
Uso não alimentar	34,2	31,3	33,5	30,5	34,8	34,4
Consumo per capita (kg)	16,0	16,2	16,1	16,3	16,6	16,6

*estimativa. Fonte: FAO (2006)

A produção da aquacultura mundial, em 2004, foi de 45,5 milhões de toneladas (tabela 1) com um capital arrecadado de aproximadamente US\$ 63,3 bilhões, mas caso seja incluída a produção de algas a

produtividade passa para 59,4 milhões de toneladas e US\$70,3 bilhões. Isto representa um crescimento médio anual de 6,6% em quantidade e 7,7% em capital quando

comparado aos dados obtidos em 2002 (FAO, 2006).

A China ainda é responsável por cerca de 70% da quantidade (47,6 milhões de toneladas em 2004), e mais da metade do valor total comercializado no mundo. Contudo a estatística de captura e produção aquícola naquele país parece estar super estimada desde 1990, sendo assim, os dados divulgados em relatórios sobre a produção mundial de pescados, tendem a avaliar o caso da China separadamente (FAO, 2006).

Em 2004, cerca de 75% (105,6 milhões de toneladas) da produção mundial de pescados (pesca e aquicultura) foi utilizada para consumo humano direto (Tabela 1), sendo o restante destinado, principalmente, para a produção de farinha e óleo de peixe. A contribuição da proteína originária dos peixes no total de proteína animal ofertada no mundo também aumentou significativamente, passando de 13,7% em 1961, para 16,0% em 1996. Em 2005, a aquíicultura produziu o equivalente a 29,3 milhões de toneladas (peso depois de eviscerado e descascado) para consumo humano direto, ocupando o quarto lugar depois da carne suína (104 milhões de toneladas), aves (82,2 milhões de toneladas) e carne bovina (53,9 milhões de toneladas) (TACON, 2007).

Apesar da quantidade estimada de peixes destinados ao consumo humano ter aumentado cerca de 1,6 milhões de toneladas/ano, entre 2004 e 2005, o consumo per capita permaneceu no mesmo patamar de 2004, provavelmente devido ao maior crescimento populacional. Há uma marcante diminuição da contribuição dos peixes oriundos da pesca para essa utilização, mas essa lacuna vem sendo preenchida pelos peixes provenientes da aquicultura (FAO, 2006).

O aquecimento da demanda deverá elevar, em valores reais, o preço do pescado. Com

isso, a população de menor renda tenderá a substituir os peixes por outras fontes de proteína mais baratas. A única forma de possibilitar o acesso de populações mais pobres a esses produtos, será através do fortalecimento da aquíicultura. Projeções feitas por especialistas indicam que um alto investimento na aquíicultura pode promover aumento de cerca de 2 kg per capita na oferta de pescado em 2020. Isso resultaria em uma redução nos preços das espécies de baixo valor, facilitando o acesso das populações mais pobres a este alimento. Portanto, investir na aquíicultura passa a ser um fator fundamental para garantir a segurança alimentar nos países em desenvolvimento e naqueles de baixa renda per capita (KUBITZA, 2007).

Pelo ritmo de crescimento populacional mundial estima-se, para o ano 2.025 uma população em torno de 8,5 bilhões de pessoas, que apresentarão uma demanda por peixes na ordem de 162 milhões de toneladas, baseando-se no consumo de peixes preconizado pela FAO, que é de 25 kg per capita / ano. Sem o aumento das capturas, que estão estagnadas em aproximadamente 95 milhões de toneladas/ano, a mais de 20 anos, a aquicultura terá que suprir este déficit respondendo por 77 milhões de toneladas, o que representaria um aumento de 600% em 35 anos (FAO, 2006).

Possibilidades de crescimento da aquicultura

A aquicultura continua a crescer mais rapidamente que todos os outros setores da produção animal mundial, atingindo crescimento anual médio de 8,8% desde 1970. Nos países em desenvolvimento a produção de peixes, moluscos e crustáceos cresceu cerca de 10,2%, comparados a 5% na China, e apenas 3,9% nos países desenvolvidos, já o peixe proveniente do extrativismo obteve um índice de apenas 1,2%. A taxa de crescimento anual média

para os sistemas de produção de animais terrestres é de 2,8% (FAO, 2006). Ao contrário da criação de animais terrestres, onde o total da produção global é baseado em um número limitado de animais, a aquicultura dispõe de mais de 240 espécies de animais e plantas empregadas diretamente na alimentação humana, com um crescimento de 20 espécies entre 2002 e 2004.

Apesar dos números promissores, existem limitações para o desenvolvimento do setor aquícola: o custo elevado da terra, as questões ambientais, o custo energético, falta de mão de obra capacitada, falta de capital para investimento em países em desenvolvimento e, principalmente, falta de visão estratégica e empresarial que a atividade exige. Entretanto, alguns fatores têm colaborado de forma fundamental no incentivo do desenvolvimento da aquicultura mundial. Entre eles pode-se citar a garantia de produtos de qualidade, o que leva a uma maior segurança alimentar da população; e a possibilidade de produção em áreas antes tidas como impróprias para o cultivo de peixes através da utilização de sistemas que visam à otimização do uso dos recursos hídricos, como os tanques-rede e os sistemas de reutilização de água.

A intensificação dos sistemas de produção, é a melhor opção para otimizar o aproveitamento das áreas produtivas e aumentar as margens de lucro. Segundo o último relatório da FAO em 2007, o aumento da eficiência em produtividade deverá ser preponderante para o futuro da aquicultura mundial.

O gasto energético em qualquer sistema de produção animal tem representado, cada vez mais, uma parcela significativa no custo final do produto. Com a intensificação da produtividade por área e o uso de tecnologias de ponta, a tendência é um incremento na parcela do gasto energético o que aumentaria, ainda mais, o custo de

produção. Para minimizar esse problema, pesquisadores em todo mundo têm buscado soluções através do uso de fontes de energia de baixo custo. Uma das soluções apresentadas foi a utilização de sistemas de recirculação de água, onde a necessidade do uso constante de energia para o funcionamento é compensada pela maior eficiência produtiva e pela menor necessidade de bombear-se água de grandes profundidades constantemente, o que otimizará o gasto energético (FAO, 2006)

Grandes produções requerem investimentos consideráveis em máquinas, tecnologias de ponta e treinamento de mão de obra. A expansão da produção fará com que o preço do produto oscile ao mesmo tempo em que os grandes empreendimentos buscarão, cada vez mais, mão de obra especializada. Esse cenário implica numa valorização do trabalho em economias emergentes.

Nas últimas três décadas, o número de pescadores e aquicultores cresceu mais rápido que os empregos gerados em outros ramos da agropecuária, correspondendo a 3,1% das 1,36 bilhões de pessoas economicamente ativas no agronegócio. Em 2004, estima-se que aproximadamente 41 milhões de pessoas trabalhavam com a pesca ou aquicultura, na sua grande maioria em países em desenvolvimento. Esse crescimento, principalmente na Ásia, é o resultado da forte expansão da atividade, sendo que em 2004, os produtores representavam um quarto do total de trabalhadores do setor primário envolvidos nas atividades aquícolas. Nesse mesmo ano, foi constatada a geração de cerca de 900 empregos diretos relacionados às atividades de processamento de peixes no Quênia e 212.000 na Tailândia. Tal diferença se dá, principalmente, pela importância que tal atividade tem na balança comercial de cada país (FAO, 2006).

Em 1970, a produção aquícola nos países em desenvolvimento contribuiu com 58,8% do total da produção mundial de peixes, já em

2002 essa parcela passou a ser de 91,4%. No período compreendido entre 2002 e 2004 essa tendência foi ainda maior, com a produção dos países em desenvolvimento, excetuando-se a China, apresentando um crescimento anual médio de 11% (FAO, 2006). Tais valores vêm comprovar a abertura de novos mercados e a expansão da aquicultura em economias emergentes.

As exportações de peixes estão entre as 10 maiores transações comerciais para oito

países: Chile, Fiji, Gana, Quênia, Namíbia, Nicarágua, Senegal e Tailândia, sendo que essa importância reflete diretamente na melhoria da segurança alimentar e no aumento da qualidade de vida da população, principalmente na zona rural (FAO, 2006).

Os 10 maiores produtores mundiais na aquicultura estão listados na tabela 2. Todos os países mostraram crescimento entre os anos de 2002 e 2004, destacando-se os países asiáticos e da América Latina.

Tabela 2: Os 10 maiores produtores mundiais na aquicultura (2002-2004)

País	2002 (toneladas)	2004 (toneladas)	TCM*
China	27 767 251	30 614 968	5.0
Índia	2 187 189	2 472 335	6.3
Vietnã	703 041	1 198 617	30.6
Tailândia	954 567	1 172 866	10.8
Indonésia	914 071	1 045 051	6.9
Bangladeste	786 604	914 752	7.8
Japão	826 715	776 421	-3,1
Chile	545 655	674 979	11.2
Noruega	550 209	637 993	7.7
Estados Unidos	497 346	606 549	10.4
Sub Total	35 732 648	40 114 531	6.0
Total	40 383 478	45 468 356	6.1

*TCM: Taxa de Crescimento Anual Média. Fonte: FAO

Excetuando-se o camarão, o aumento da produção nas economias emergentes, no ano de 2004, se deu devido ao cultivo de espécies onívoras, como as tilápias, além do incentivo de produção às espécies nativas. As condições edafoclimáticas, a abertura de novos mercados, o custo da terra e mão de obra disponível, além das melhorias nas características zootécnicas desses peixes, ocasionaram um maior sucesso dos novos empreendimentos nessa área. Em contraste, aproximadamente três quartos da produção nos países desenvolvidos foi de espécies carnívoras (FAO, 2006). Tal fato pode ser explicado pela predominância da salmonicultura em alguns países do hemisfério norte associado às características de clima e mercado consumidor.

Nos Estados Unidos, o bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), é uma das principais espécies cultivadas, enquanto os salmonídeos dominam as produções no Canadá. Na América Latina e no Caribe, os salmonídeos vêm ultrapassando os crustáceos, principalmente devido à introdução de doenças no cultivo de camarões e ao grande crescimento da salmonicultura chilena.

A aquicultura foi responsável por aumentar a demanda e o consumo de várias espécies com alto valor de mercado como os camarões, salmonídeos e os bivalves. Desde a década de 80, essas espécies que eram principalmente capturadas, passaram a ser

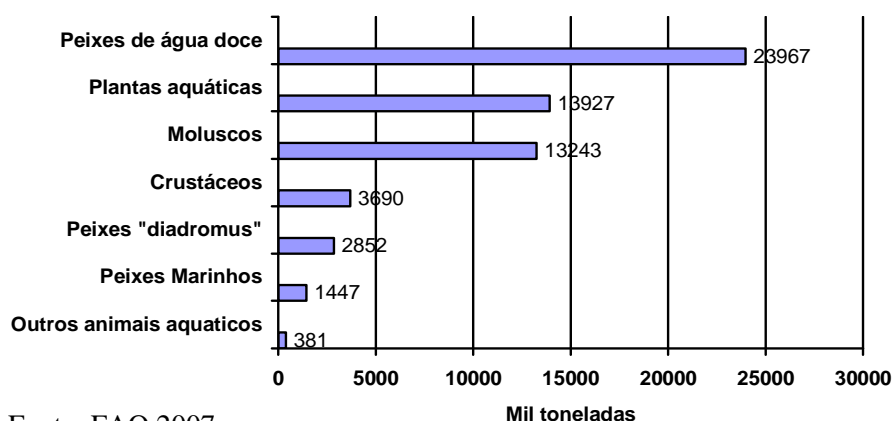
produzidas, o que ocasionou um aumento significativo na sua comercialização devido a sua oferta constante e a garantia de produtos de qualidade comprovada.

O setor aquícola fornece cerca de 15 milhões de toneladas de produtos para a indústria de alimentos, porém as espécies cultivadas variam de acordo com o país ou até mesmo

com a região avaliada. A diversificação de espécies cultivadas é esperada como mecanismo de expansão da atividade, especialmente a utilização de peixes com alto valor de mercado.

A figura 1 demonstra como é a distribuição mundial da aquacultura por grupos.

Produção da aquacultura mundial por grupos

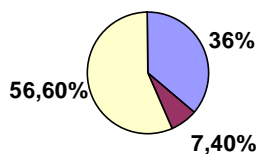


Fonte: FAO 2007

A maioria da produção de peixes, moluscos e crustáceos vêm de cultivos em água doce (56,6% em produtividade e 50,1% em capital arrecadado), a maricultura contribui com 36% e 33,1% respectivamente, já o cultivo em águas estuarinas representa

apenas 7,4%, mas quando se analisa o valor do produto cultivado, a fatia dessa última classe é bem maior (16,3%), principalmente pelo cultivo do camarão que apresenta alto valor de mercado (Figura 2).

Produtividade



Valor

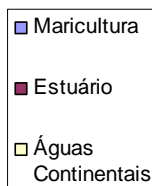
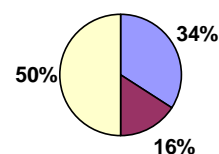


Figura 2: Produção mundial de peixes, moluscos e crustáceos em 2004, por ambiente
Fonte: FAO, 2007

Os ciprinídeos ainda são as espécies mais cultivadas no mundo, tal fato pode ser atribuído à cultura milenar dos países asiáticos na exploração desses peixes como atividade de subsistência. Contudo, sua taxa de crescimento anual é a menor dentre as espécies cultivadas apresentando um crescimento de 4,8% entre 2002 e 2004 (Tabela 3) e 4,5% entre 2004/2005. Os principais países produtores são a China (77,3%), Índia (13,1%), Bangladesh (3,1%), Indonésia (1,3%), Myanmar (0,8%) e Egito (0,7%) (FAO, 2007).

Os crustáceos apresentam um crescimento anual elevado provavelmente devido ao aparecimento de novas carciniculturas em países emergentes, demonstrando um crescimento de 28,7% no período entre 2002 e 2004 (Tabela 3). Os principais grupos cultivados são:

- Camarões marinhos com 67,5% do total da produção de crustáceos e com aumento da produção em 9,4% entre
-

2004/2005 e 11 espécies utilizadas. O Brasil detém cerca de 2,4% dessa produtividade.

- Camarões de Água Doce com 11,8% da produção total de crustáceos em 2005, aumento da produção em 6,3% entre 2004/2005 e três espécies reportadas.
- Caranguejo chinês de rio com 11,1% do total em 2005, com taxa de crescimento médio anual de 26,6% entre 1995 e 2005, com aumento da produção em 5,4% entre 2004/2005.
- Caranguejos Marinhos (crustáceos marinhos e de água salobra) com 5,6% da produção total de crustáceos em 2005, aumento da produção em 9,5% entre 2004/2005 e duas espécies reportadas.
- Lagostim de água doce (crustáceo de água doce) com 2,6% da produção total, com seis espécies reportadas e aumento da produção em 10,1% entre 2004/2005 (FAO, 2007).

Tabela 3: Produção mundial da aquacultura por espécies (2002-2004)

Espécie	2002	2004	TCM*
	Toneladas		
Ciprinídeos (Carpas)	16 673 155	18 303 847	4.8
Crustáceos (Camarões)	1 495 950	2 476 023	28.7
Salmonídeos	1 791 061	1 978 109	5.1
Ciclídeos (Tilápias)	1 483 309	1 822 745	10.9

*TCM: Taxa de Crescimento Anual Média. Fonte: FAO, 2007

Os Salmonídeos, peixes diádromos, apresentaram produção total de 1.986.213 toneladas em 2005, 6,5% da produção global de peixes cultivados, com 14 espécies reportadas (salmões e trutas). A produtividade média dentro do período 2002 – 2005 foi de 5,1% (tabela 3). Principais países produtores: Noruega (32,3%), Chile (30,1%), Reino Unido (7,2%), Canadá (5,2%), Turquia (2,5%), Dinamarca (1,9%), USA, China, França (1,8%), Iran (1,7%),

Japão (1,6%), Itália (1,5%), Espanha (1,3%), Ilhas Faroe (1,2%) (FAO, 2007).

A produção de ciclídeos, representados principalmente pelas tilápias, cresceu a uma taxa de 10,9% entre o ano de 2002 e 2004 (Tabela 3). Só no período entre 2004 e 2005 esse crescimento foi de 6,7%, corroborando com os dados de novos empreendimentos com essa espécie em todo mundo. Os principais países produtores são a China (48,3%), Egito (10,7%), Indonésia (9,4%),

Filipinas (8,0%), Tailândia (5,4%), Taiwan (4,1%), Brasil (3,3%), Malásia, Honduras, Colômbia (1,4%), Equador (1,1%) e Laos (1,0%). A Ásia aparece como o maior continente produtor (78,5%), seguida pela África (12,1%), América do Sul (6,0%) e América do Norte (3,4%) (FAO, 2007).

As demais espécies de peixes de água doce (espécies não reportadas por país) obtiveram uma produção total 1.799.758 toneladas em 2005 (5,9% da produção global de peixes cultivados), com taxa de crescimento médio anual de 6,3% entre 1950 e 2005, e aumento de produção de 7,7% entre 2004/2005 (FAO, 2007).

2.2 Aquicultura no Brasil

O Brasil apresenta um grande potencial para o desenvolvimento da aqüicultura. Formado por 8.400 km de costa marítima e 5.500.000 hectares em reservatórios de águas doces, o país comporta aproximadamente 12 % da água doce disponível no planeta (SEAP, 2007). A disponibilidade de recursos hídricos, o clima extremamente favorável, mão-de-obra abundante e a crescente demanda por pescado no mercado interno, têm contribuído para alavancar a atividade.

A produção pesqueira nacional, em 2005, foi em torno de 1,1 milhão de toneladas, sendo

750 mil provenientes da pesca e 260 mil da aquicultura. O Brasil já ocupa posição de destaque na produção de algumas “commodities” da aquicultura mundial. Dentre os países latino americanos, foi o segundo maior produtor de pescado cultivado em 2005, atrás do Chile que produziu 714 mil toneladas. Foi o maior produtor de tilápias, a frente de Honduras e Colômbia, ambos com cerca de 28 mil toneladas, e do Equador com 22 mil toneladas; e o segundo maior produtor de camarão marinho, atrás do México que produziu 72 mil toneladas em 2005 (KUBITZA, 2007).

A aqüicultura brasileira cresce a passos largos, beneficiada por todas as características naturais, geração e difusão de tecnologia, disponibilidade de insumos e oportunidades de mercado (KUBITZA, 2007). Alguns setores, como o da carcinicultura marinha e o da ostreicultura, chegaram a ampliar suas produções em mais de 50 % de 2000 para 2001 (SEAP, 2007).

Apesar do crescimento dos últimos anos, a aqüicultura em 2005 apresentou um decréscimo de 1,0 % na participação relativa da produção de pescado caindo de 26,5% em 2004 para 25,5% em 2005. A participação crescente da aqüicultura, entre 1997-2005, pode ser observada na tabela 4 (IBAMA, 2007)

Tabela 4: Produção total (t) e participação relativa (%) da pesca extrativa e da aqüicultura em águas marinhas e continentais, 1997 – 2005.

Ano	Pesca Extrativa				Aquicultura				Total(t)
	Marinha	Continental	Total(t)	%	Marinha	Continental	Total(t)	%	
1997	465.714,0	178.871,0	644.585,0	88,0	10.180,0	77.493,5	87.673,5	12,0	732.258,5
1998	432.599,0	174.190,0	606.789,0	85,4	15.349,0	88.565,5	103.914,5	14,6	710.703,5
1999	418.470,0	185.471,5	603.941,5	81,1	26.513,5	114.142,5	140.656,0	18,9	744.597,5
2000	467.687,0	199.159,0	666.846,0	79,1	38.374,5	138.156,0	176.530,5	20,9	843.376,5
2001	509.946,0	220.431,5	730.377,5	77,7	52.846,5	156.532,0	209.378,5	22,3	939.756,0
2002	516.166,5	239.415,5	755.582,0	75,0	71.114,0	180.173,0	251.287,0	25,0	1.006.869,0
2003	484.592,5	227.551,0	712.143,5	71,9	101.003,0	177.125,5	278.128,5	28,1	990.272,0
2004	500.116,0	246.100,5	746.216,5	73,5	88.967,0	180.730,5	269.697,5	26,5	1.015.914,0
2005	507.858,5	243.434,5	751.293,0	74,5	78.034,0	179.746,0	257.780,0	25,5	1.009.073,0

Fonte: IBAMA/DIFAP/CGREP, 2007.

Segundo os dados da FAO, que são baseados nos dados oficiais fornecidos pelo governo dos países (no caso do Brasil as estimativas da pesca e aquicultura têm sido elaboradas pelo IBAMA), entre 2000 e 2005 a produção nacional de tilápias dobrou e a de camarão marinho praticamente triplicou. A tilápia, o camarão marinho, os caracídeos (em particular os peixes redondos) e as carpas somaram 87% da produção da aquicultura nacional em 2005 (KUBITZA,

2007).

A produção aquícola no Brasil pode ser dividida de acordo com as espécies, grupos, ou mesmo local utilizado para o cultivo. A tabela 5 mostra a distribuição regional dos principais grupos de organismos aquáticos cultivados no país, sendo que a variação encontrada pode ser reflexo das diferentes características sócio ambientais de cada região.

Tabela 5: Produção estimada, no Brasil, da aquicultura continental e marinha de peixes, crustáceos e moluscos, segundo as regiões em 2005.

Regiões	Peixes (t)	Crustáceos (t)	Moluscos (t)	Total (t)
Continental				
Norte	19.675,5	530,0	0,0	19.706,0
Nordeste	35.228,0	59,0	0,0	35.294,5
Sudeste	31.335,0	281,0	0,0	32.050,5
Sul	59.204,5	0,0	0,0	59.204,5
Centro-oeste	33.303,5	0,0	0,0	33.490,0
Subtotal	178.746,5	370,0	0,0	179.746,0
Marinha				
Norte	0,0	278,0	0,0	278,0
Nordeste	0,0	59.034,0	0,5	59.034,5
Sudeste	0,0	435,0	588,5	1.023,5
Sul	0,0	3.386,5	14.311,5	17.698,0
Centro-oeste	0,0	0,0	0,0	0,0
Subtotal	0,0	63.133,5	14.900,5	78.034,0
Total	178.746,5	63.503,5	14.900,0	257.780,0

FONTE: IBAMA/DIFAP/CGREP, 2007.

A maricultura, com uma produção de 78.034 t, representa 7,7% da produção total de pescado do Brasil e apresentou um decréscimo de 12,3% em 2005. O segmento da carcinicultura, com uma produção de 63.133,5 t, é a atividade mais expressiva da maricultura brasileira, mesmo com uma queda de 16,8% na produção de camarão em função de algumas doenças que assolaram os cultivos e de problemas relacionados à exportação como o câmbio desfavorável e as barreiras comerciais. No caso dos camarões marinhos, cerca de 30 % da produção é

destinada ao mercado interno, enquanto 70% são exportadas para os Estados Unidos, França, Espanha, Itália e Holanda. (SEAP, 2007).

Os camarões marinhos têm sua maior produção concentrada na região Nordeste, embora ocorram nas regiões Sudeste e Sul. Os estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia e Pernambuco são os maiores produtores de camarão cultivado (IBAMA, 2007). O Brasil se manteve como o 6º maior produtor mundial de camarão. A China é o

maior produtor com cerca de 1 milhão de toneladas em 2005 (KUBITZA, 2007).

A criação de moluscos é expressiva no estado de Santa Catarina e atingiu uma produção de 12.234 t de mexilhões, representando um crescimento de 24,8% em 2005 (IBAMA, 2007). Esse tipo de cultivo, praticamente inexpressivo até meados da década de 90, alcançou uma produção de 19 mil toneladas em 2003 e fechou 2005 com uma contribuição expressiva à aquicultura nacional. Grande parte da produção ainda é oriunda dos cultivos no litoral sul do país, embora em anos recentes tenham sido implantados cultivos comerciais em área litorâneas do sudeste e nordeste (KUBITZA, 2007).

A aquicultura continental, com uma produção de 179.746 t, representa 17,8% da produção de pescado total do Brasil. Em 2005 apresentou um decréscimo de 0,5% em relação ao ano de 2004. As regiões Norte,

Tabela 6: Produção da aquicultura no estado de Minas Gerais

Principais espécies	Quantidade (ton)
Carpa	1.268,0
Pacu	353,0
Tambaqui	339,0
Tambacu	406,0
Tilápias	2.342,0
Truta	689,0
Outros peixes	103,0
Crustáceos	0
Moluscos	0
Total	5.500,00

FONTE: IBAMA/DIFAP/CGREP, 2007.

O cultivo de peixes redondos vem ganhando cada vez mais força na Região Centro-Oeste e Norte do país. Este impulso vem, em primeiro lugar, pela oportunidade de suprir com o pescado cultivado o déficit de pescado nos mercados regionais, que tradicionalmente foram abastecidos com os produtos da pesca, hoje cada vez menos

Sudeste e Centro-Oeste apresentaram crescimentos de 12,4%, 4,3% e 4,4% respectivamente. As principais espécies de peixes utilizadas na aquicultura destas regiões são: tilápia, carpa, tambaqui e curimatã. A região Sul produziu 59.204,5 t de pescado em 2005, contribuindo com a maior parcela na produção nacional: 32,9%. A carpa e a tilápia são as espécies mais representativas, tendo suas maiores produções concentradas nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná (IBAMA, 2007).

O cultivo da tilápia se intensificou particularmente no Nordeste e Sudeste do país. O Brasil é hoje o 6º maior produtor de tilápia cultivada no mundo, ou 7º se considerarmos Taiwan em separado da China. A China é o maior produtor deste peixe com cerca de 980 mil toneladas em 2005 (KUBITZA, 2007). No estado de Minas Gerais, a tilápia também é a espécie mais produzida, seguida pelas carpas, trutas e os peixes redondos (Tabela 6).

abundantes. E, em segundo lugar, pelo aumento na escala de produção e pelas iniciativas de industrialização, que favoreceram a comercialização dos peixes redondos através de grandes redes de supermercados no país, atingindo o mercado de diversas regiões metropolitanas. A produção deste grupo saltou de 35 para 50 mil toneladas entre 2001 e 2005 (KUBITZA, 2007).

Do total produzido pela piscicultura nacional, uma grande parcela é atribuída ao cultivo de carpas, trutas e tilápias, sendo o restante distribuído entre outras espécies de peixes tropicais de água doce como o tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e o surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*).

2.3 O surubim.

O gênero *Pseudoplatystoma* compreende os maiores peixes da família Pimelodidae, da

ordem dos Siluriformes e podem ser encontrados nas principais bacias hidrográficas sul-americanas, regionalmente são conhecidos como “surubins” (ROMAGOSA et al., 2003). Sua distribuição inclui os maiores rios das bacias hidrográficas da América do Sul: o rio Paraná, o Amazonas, o Orinoco, o São Francisco, entre outros (BURGESS, 1989).

Até os dias atuais considerava-se que esse gênero era constituído apenas pelas espécies: *Pseudoplatystoma coruscans* (pintado) da bacia do Prata e São Francisco, *Pseudoplatystoma fasciatum* (cachara) da bacia do Prata e Amazônica e *Pseudoplatystoma tigrinum* (caparari), somente da bacia Amazônica (WELCOME, 1985; PETRERE, 1995). Contudo, BUITRAGO-SUÁREZ e BURR (2007), verificaram que existem pelo menos 8 espécies não catalogadas até o momento. Segundo esse estudo, o *P. fasciatum* foi a que possibilitou o maior número de descobertas, sendo fragmentada em 5 espécies distintas: *P. fasciatum* (restrito da

região das Guianas), *P. punctifer* (originário do *P. Fasciatum* do rio Amazonas); *P. orinocoense* (originário do *P. fasciatum* do bacia do rio Orinoco); *P. magdaleniatum* (originário do *P. Fasciatum* do rio Magdalena na Colômbia); *P. reticulatum* (originário do *P. fasciatum* dos rios Paraná e Amazonas) (Figura 1). O *P. tigrinum* originalmente da bacia Amazônica foi dividido em 2 espécies: o *P. tigrinum* restrito a bacia do rio Amazonas e o *P. metaense* originário do rio Orinoco. Foi constatado também que o *P. coruscans* (Figura 3) da Bacia do São Francisco é uma espécie irmã daquela encontrada na bacia do Prata.

Tal descoberta vem indicar a grande diversidade apresentada por esse gênero que até então foi subestimada, o que pode ter comprometido os resultados de pesquisas direcionadas às linhagens específicas. Possivelmente, resultados de desempenho zootécnico possam ter sido erroneamente interpretados por avaliarem-se animais de espécies distintas

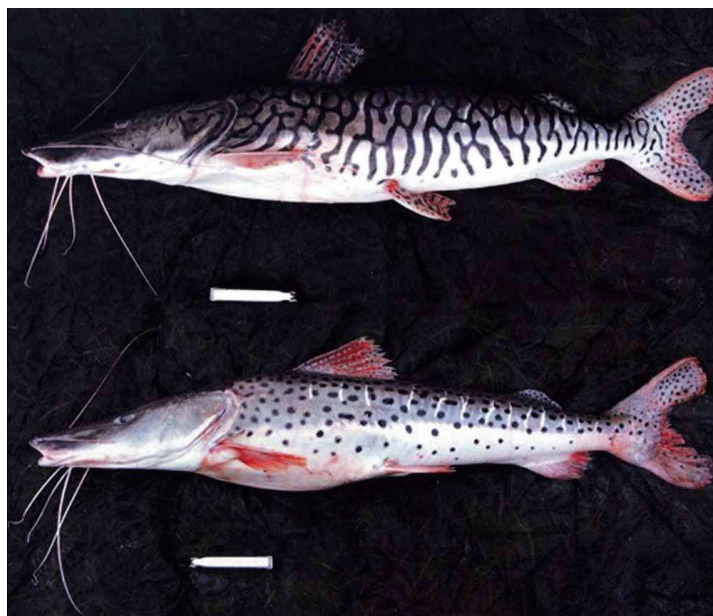


Fig.3: *Pseudoplatystoma reticulatum* (acima) e *P. coruscans* (abaixo).
Foto: Mark. H. Sabaj.

A espécie *P. coruscans* (Agassiz, 1829), conhecida no vale do São Francisco como surubim ou moleque tem corpo alongado e roliço, com o flanco e o dorso cobertos por máculas arredondadas, que lhe confere a denominação popular de pintado em algumas regiões (BRITSKI, 1998). Não apresenta escamas sendo revestido por pele espessa, com o primeiro raio das nadadeiras dorsal e peitorais precedidas por um acúleo.

É um peixe de hábito alimentar estritamente piscívoro (MARQUES, 1993), podendo alcançar mais de 100 kg (FOWLER, 1951), sendo que as fêmeas crescem mais do que os machos. Essa espécie migratória parece locomover grandes distâncias no período reprodutivo (SATO e GODINHO, 2003).

2.3.1 Importância econômica do surubim na Bacia do rio São Francisco

O rio São Francisco percorre 2780 km em território brasileiro (Figura 4), passando por sete estados e 450 municípios, sendo que 83% estão dentro dos estados de Minas Gerais e Bahia (PETRERE, 1989). Cerca de 36,8 % da bacia hidrográfica está em Minas Gerais além da maior parte da água nascer desse estado, 70% da vazão total do rio (CETEC, 1983).



Fig. 4: Bacia do Rio São Francisco
Fonte: www.sfrancisco.bio.br

A principal atividade das populações ribeirinhas é a pesca artesanal e profissional, tanto pela possibilidade de aumento da renda, quanto por ser o peixe, a principal fonte de proteína no local. Apesar da total dependência do rio, essas pessoas têm pouco conhecimento da importância da preservação dos recursos naturais.

Dentre as 158 espécies de peixes registradas para a bacia (BRITSKI et al, 1988), 115 são endêmicas (GODINHO e VIEIRA, 1998) e 11 figuram entre as espécies ameaçadas de extinção no Brasil (ROSA e MENEZES, 1996). O surubim, *Pseudoplatystoma coruscans*, é indubitavelmente a de maior valor econômico e social, não só pela representatividade das capturas como pelo valor comercial e aceitação pelos consumidores, inclusive com potencial para exportação, apresentando ainda irrefutável importância quanto a possibilidade de seu emprego na piscicultura empresarial (REPRODUÇÃO..., 1988; SATO et al., 1988; ANDRADE, 1990).

Além da sua grande estima popular, o surubim, é também valioso e muito apreciado pelos pescadores desportivos e pela culinária nacional. Sendo classificado como “peixe de primeira” devido a ausência de espinhos, procura e preço de mercado. (GODINHO e GODINHO, 2003). As características sensoriais de sua carne: branca, de consistência firme, sem mioespinhas e de sabor agradável colocaram esse peixe em posição de destaque para o mercado consumidor. CAMARGO e PETRERE (2001) confirmam a importância dessa espécie na pesca artesanal devido ao seu alto valor de mercado.

Segundo LUTZ e MACHADO (1915) “O surubim é um peixe de primeira ordem, tanto pelo sabor de sua carne, quase livre de espinhas, como pelo enorme tamanho que alcança. Bem conservado poderá rivalizar com as melhores conservas de peixe que se encontram no comércio. Seria oportuno que as autoridades estudassem o assunto, facilitando o estabelecimento dessa

indústria”.

Apesar de estatísticas pesqueiras pouco consistentes, a pesca do São Francisco mostra sinais evidentes de queda. O que pode ser comprovado pelo rendimento dos pescadores da colônia de pesca de Pirapora que caiu de 11,7 kg/pescador⁻¹/dia⁻¹ em 1987 (GODINHO et al., 1997), para 3,1 kg/pescador⁻¹/dia⁻¹ em 1999 (FUNDEP, 1999). GODINHO et al. (1990) registraram que o surubim (*P. coruscans*) foi responsável por 86,3% do pescado desembarcado no segundo semestre de 1986 em uma colônia de pesca de Pirapora – MG no médio São Francisco, já em 1999 essa quantidade declinou para 27% (GODINHO, 2001).

As capturas dessa espécie eram consideráveis no lago de Sobradinho até o sexto ano após o enchimento do reservatório (década de 70), mas caíram drasticamente durante os três anos seguintes atingindo aproximadamente metade da quantidade inicial e continuando a diminuir com o passar dos anos, assim como em todo o restante do rio. À jusante do reservatório de Xingó, o surubim representou apenas 0,4% do pescado capturado no ano de 1997 (SATO e GODINHO, 2003).

Devido ao colapso pesqueiro, varias espécies de peixes comerciais e desportivos foram incluídos na lista da fauna presumivelmente ameaçada de extinção no Estado de Minas Gerais (LINS et al, 1997), algumas delas consideradas em estado crítico na região a montante da barragem de Três Marias (SATO et al., 1987) e entre o segmento do rio limitado pelos reservatórios de Sobradinho e Xingó. As populações de surubim do Rio São Francisco mostram claramente sinais de colapso (GODINHO e GODINHO, 2003).

A diminuição dos estoques naturais pode ser atribuída a um conjunto de fatores tais como: uso inadequado do solo, poluição da água, destruição de lagoas marginais,

barramentos e a sobrepesca. O Trecho do rio compreendido entre as cidades de Pirapora (MG) e a barragem de Sobradinho (BA) é rico em lagoas marginais e ainda está livre de barragens hidrelétricas, sendo considerado segmento importante na reprodução de peixes migradores (SATO et al., 1987).

2.3.2 O surubim na aquicultura

A escolha de uma espécie que atenda as exigências para sua produção comercial pressupõe dentre outros fatores a existência de mercado, rusticidade e crescimento rápido, além de oferta contínua de alevinos. Portanto, uma espécie só pode ser empregada na aquicultura comercial após ter seu sistema de produção testado biológica e economicamente (RIBEIRO et al, 1996) porque toda produção comercial está voltada para o mercado, o que significa que ter sucesso na atividade é obter lucro (AVAULT JR., 1995).

Apesar de não se ter um pacote tecnológico completo para a produção do surubim, seu grande potencial produtivo e qualidade da sua carne (REID,1983) despertam interesse de diversos pesquisadores e órgãos de fomento à aquicultura a muitos anos sendo prioridade em projetos de pesquisa e desenvolvimento nacional e estadual. Contudo, somente na década de 80, iniciaram-se estudos, sobre alguns aspectos da pesca, biologia reprodutiva e fisiologia de exemplares provenientes de ambiente natural e em condições de cultivo.

Os índices zootécnicos e as características de carcaça comprovam que essa espécie tem um excelente potencial para a produção comercial (RIBEIRO E MIRANDA, 1997), sendo também adaptável a diferentes sistemas de cultivo. CREPALDI (2004) relata um rendimento de carcaça de 70,9%, sendo próximo aos encontrados por RIBEIRO e MIRANDA (1997) de 69,89%, 71,94% e 71,63% em 3 classes de surubins

(peso médio de 3.600, 6.300 e 12.100 g, respectivamente).

Os valores encontrados para rendimento de carcaça em surubim, podem ser considerados satisfatórios, principalmente quando comparados às espécies tradicionalmente cultivadas, equiparando-se à truta arco-íris, com 71,6% (MORKRAMER et al, 1985), superando os do bagre do canal (*Ictalurus punctatus*), com 68,6% (EL-IBIARY e JOICE, 1978), da carpa capim, com 62% (SHIREMAN e SMITH, 1983) e da tilápia Nilótica, com 51% (BOSCOLO et al., 2001; CLEMENTS, 1992).

É importante salientar que todas as espécies citadas anteriormente vêm sendo empregadas na aquicultura mundial há vários anos e os valores de rendimento de carcaça das mesmas refletem os anos de pesquisas buscando a seleção dos peixes que apresentaram as melhores características zootécnicas. Sendo assim, o surubim, demonstra mais uma vez seu grande potencial para a piscicultura comercial, uma vez que o rendimento de carcaça por ele alcançado foi igual ou superior às demais espécies, mesmo não tendo sofrido, em momento algum de sua história, qualquer manejo ou seleção visando o aprimoramento da espécie para a produção comercial (CREPALDI, 2004).

A rusticidade dessa espécie é comprovada pelos trabalhos executados em diferentes sistemas de produção. KUBITZA et al., (1998) relatam a criação de alevinos e juvenis em sistemas de fluxo contínuo de água (“raceway”) numa densidade de 80.000 a 100.000 peixes em cada tanque de 100 m³; INOUE et al., (2002) cita a criação de alevinos e juvenis em sistemas de viveiros e BEHR (1997), em sistema com renovação contínua de água, obtendo sobrevivência média das larvas de 65,6% após oito dias de cultivo.

COELHO (1997) cita o pintado como uma das espécies nativas que apresenta excelente desempenho em sistemas de produção em regime semi-intensivo. CAMPOS (2003) avaliou como positivos os indicadores de viabilidade sócio-econômica e ambiental da criação do pintado criado em tanques-rede no Pantanal do Estado do Mato Grosso do Sul. O desempenho do surubim nesse mesmo sistema de cultivo foi avaliado por BURKERT et al. (2002) durante um ano, observando-se um ganho de peso médio entre 1.090,63g a 1.250,29g e sobrevivência entre 49,8% a 65,4% com conversão alimentar média de 3,11. A baixa sobrevivência nesse experimento foi atribuída à presença de jacarés no local do experimento. As densidades de estocagem de 50; 75 e 100 e 150 peixes/m³ em tanques rede foram avaliadas por COELHO e CYRINO (2006) com o híbrido entre *P.coruscans* e *P. fasciatum*. Os autores concluíram que o menor custo fixo foi atribuído para a maior densidade de estocagem.

SCORVO FILHO et al. (2004) compararam o desempenho do *P. coruscans* criado em tanques-rede de 2,0m³ com densidade de estocagem de 150 e 300 peixes e em viveiros escavados de 600 m² com 450 animais. Os peixes criados em viveiros escavados apresentaram melhor desempenho produtivo, com peso médio final de 1.179,17g; ganho de peso médio de 1.106,03g; ganho diário de peso de 1,11g dia⁻¹; conversão alimentar aparente de 4,6; e sobrevivência de 72,96%. LIRANÇO e ROMAGOSA (2005) estudaram o efeito de dois sistemas de criação sobre o desempenho do pintado, concluindo que os peixes criados em viveiros escavados desenvolviam-se melhor do que aqueles criados em tanques-rede.

A avaliação de diferentes densidades de estocagem em tanques-rede (Figura 05 e 06) foi analisada por TURRA (2000). Alevinos de surubim de 50 gramas (*P.coruscans*)

foram estocados nas densidades de 17, 35, e 105 peixes / m³. O peso médio alcançado pelos animais foi de 197,4 g, 171,15 g e 161,45 g, respectivamente. O maior peso final foi atribuído à menor densidade de estocagem inicial, sendo que as sobrevivências foram de 95,97%, 97,80% e 96,73%, e conversão alimentar de 1,49; 1,60 e 1,56 para cada tratamento. Mesmo cultivado sob temperatura baixa (média de 20,65 °C ± 0,35°C), o surubim apresentou bom desempenho, maior até do que outras espécies de mesma ordem e de grande significado econômico no mundo. A eficiente conversão alimentar e alta sobrevivência sob altas densidades nos tanques rede, sugere um grande potencial para a piscicultura. Altas densidades de estocagem no cultivo não acarretaram em maiores mortalidades e diminuições na eficiência de conversão alimentar, apesar de diminuir a sua taxa de ganho de peso.



Fig.05: Cultivo de surubim em tanques-rede.
Fonte: Turra (2000)

SOUSA (2005) comparou os sistemas de criação semi-intensivo (viveiros escavados, VE) e o intensivo (tanques-rede, TR), com o mesmo número de peixes. Foram avaliados: comprimento total e ganho de e peso (Ct; Pt), relação Pt x Ct (fator de condição (K)), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar aparente (CAA), consumo de ração (CR) e sobrevivência (S%). Dos 300 peixes, com um ano de idade, foram estocados 150 em VE (600 m²) e 150 em 03

TR (2,0 m³) 50/cada, durante um ano, verificando-se interação significativa para os parâmetros entre os sistemas de criação e mês (P>0,05). No final do experimento foram estimadas as taxas de sobrevivência: 97,33% (VE) e 90,67% (TR). Os resultados indicaram que, nas condições experimentais propostas, o sistema semi-intensivo mostrou melhor desempenho produtivo.



Fig. 06: Cultivo de juvenis de surubim (*P.coruscans*) em tanques-rede.

Fonte: Turra (2000)

Com o intuito de verificar a afirmativa dos produtores de que os híbridos apresentam melhor desempenho que o surubim puro, CREPALDI et al., (2003) compararam a linhagem híbrida *P. coruscans* X *P. fasciatum* com a linhagem pura do São Francisco *P. coruscans* num ensaio com duração de 84 dias. Os tratamentos constaram de 3 densidades de estocagem com aproximadamente 8,5, 17 e 25,5 kg/m³, em caixas de 0,150 m³ (Figura.07) num sistema de recirculação fechado utilizando-se peixes com 210 e 230 gramas. A relação fluxo de água: peixe foi padronizada em 1l de água/kg de peixe/min. Os animais foram alimentados diariamente, na taxa de 2,5 % da biomassa corrigida de acordo com o consumo. A quantidade diária de ração (40% PB) foi dividida em duas porções de 70% e 30%, fornecidas em dois horários, respectivamente às 18:00/6:00. Os peixes foram pesados e medidos inicialmente e a cada quatro semanas, obtendo-se médias de

peso e comprimento. Constatou-se, que para a classe de peso avaliada, a linhagem híbrida apresentou melhor desempenho do que a pura independente das densidades de estocagem, confirmando a afirmação de produtores e fornecedores de alevinos. Isto pode ter ocorrido, em parte, devido a expressão da heterose advinda de tais cruzamentos.

A linhagem usualmente comercializada hoje é o híbrido entre *P.coruscans* X *P. fasciatum*. Tal escolha se deu a partir da premissa que os híbridos teriam um maior desenvolvimento e docilidade, quando comparados aos peixes de linhagem pura. Dados obtidos por CREPALDI et al. (2003) em um ensaio de 84 dias comparando as linhagens pura e híbrida confirmaram que os primeiros cresceram mais, dentro da classe de peso analisada, porém mais estudos são necessários a fim de avaliar-se esses peixes em outras fases de cultivo.



Fig. 07: Caixas de 0,15 m³ com surubins híbridos
Fonte: Crepaldi (2003)

Os mercados da região sudeste, sul e centro-oeste consomem a maior parte do surubim comercializado no país. Praticamente todos são oriundos da pesca extrativa na região do Pantanal do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, bem como na Amazônia brasileira (KUBITZA et al.,1998). Os exemplares do rio São Francisco são geralmente comercializados nos centros consumidores próximos aos locais de captura, visto que a

quantidade desse peixe nessa bacia caiu drasticamente.

Nos últimos anos a oferta se manteve bem inferior à demanda, sendo até mesmo necessária a importação desses peixes de países vizinhos como o Paraguai, Argentina, Bolívia e a Colômbia. Atualmente, a indústria do extrativismo pode ser assim caracterizada: oferta menor que a demanda; fornecimento irregular de produtos; transporte longo até os grandes centros consumidores; necessidade de longos períodos de armazenamento de produtos para regularizar a oferta durante os meses de proibição da pesca e inconstância na qualidade, padronização e preço dos produtos. O alto custo social e o impacto ambiental também são características marcantes desse tipo de atividade (KUBITZA et al.,1998).

Estas características intrínsecas apontam o grande potencial de expansão do mercado e abrem grandes perspectivas para os empreendimentos voltados ao cultivo industrial dos surubins. O pintado e o cachara, criados comercialmente, são produzidos de forma planejada e em ambientes de boa qualidade. Os peixes recebem plano nutricional completo e são abatidos e processados poucos minutos após a despesca. Desta forma, é possível garantir a oferta constante e a padronização do tamanho, frescor, textura, teor de gordura, coloração, sabor e preço do produto colocado no mercado. As características sensoriais dos surubins cultivados dentro dos mais exigentes padrões de qualidade foram testadas e aprovadas com distinção em painéis de degustação nos quais participaram “gourmets”, comerciantes de pescado e consumidores ordinários (KUBITZA et al.,1998).

Outro nicho de mercado explorado é o fornecimento de espécimes vivos para pesque e pague. A agressividade e o grande porte que alcançam, fez com que

conquistassem rapidamente esse mercado. Nesse tipo de comércio, o quilo do peixe tende a alcançar valores superiores, tornando-se uma alternativa extremamente interessante para os piscicultores.

As principais limitações para a criação do surubim em cativeiro estão relacionadas com a sua reprodução e a nutrição, principalmente de fases jovens. A falta de dados concretos sobre o hábito alimentar e as exigências nutricionais nas diferentes fases de crescimento, faz com que as deficiências na alimentação e nutrição desses peixes sejam responsáveis por altos índices de mortalidade além de baixo desempenho. Na fase larval são encontradas uma das principais limitações tecnológicas para sua criação. O pequeno tamanho é o fator limitante quanto o uso de alguns alimentos naturais, podendo as larvas passarem do papel de predador para o de presa. De acordo com BEHR (1997), o canibalismo, embora presente nas várias fases de larvicultura do surubim, tem dependência direta sobre a oferta de alimento adequado. As larvas de surubim (Figura 08) nascem com tamanho médio de 2,6 a 3,0 mm e após 2-3 dias de idade, e com tamanho de 4,5 mm, já iniciam a alimentação exógena (alimentos encontrados no ambiente). Nas primeiras semanas de larvicultura náuplios de artêmia salina são comumente empregados para alimentar as larvas, obtendo-se resultados bastante satisfatórios (INOUE et al., 2002).

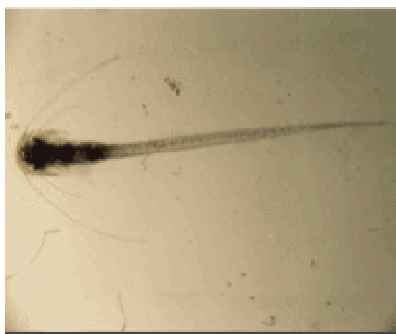


Fig. 08: Larva de surubim (*P.coruscans*)
Fonte: Fishbase

Ao contrário de muitas espécies nativas como o pacu, tambaqui e matrinxã, onde as larvas, após quatro a cinco dias de idade, são colocadas em viveiros até se tornarem alevinos prontos para a engorda, as larvas do surubim e da cachara (*P. fasciatum*) necessitam ser criadas em laboratório e tanques tipo “raceway” até que se tornem alevinos, já que os melhores resultados em viveiros de engorda estão sendo obtidos quando são estocados peixes entre 12 e 20 cm de comprimento total. Apesar das técnicas empregadas, a sobrevivência média de juvenis prontos para a comercialização é aproximadamente de 30% a 40% (INOUE et al., 2002). Estudos relacionados à larvicultura de peixes nativos do Brasil vêm se desenvolvendo rapidamente, no entanto, ainda são poucos os relacionados com o surubim (CAMPAGNOLO e NUÑER, 2006).

No Brasil, existem poucos piscicultores produzindo alevinos dessa espécie, sendo a reprodução em cativeiro de baixa eficiência devido a problemas como a dificuldade na identificação do momento ideal de início do protocolo de indução à desova, o que acarreta em baixos índices reprodutivos e conseqüentemente menor eficiência econômica. Segundo KUBITZA et al.(1998), a complexa reprodução, larvicultura e alevinagem dos surubins restringem o número de produtores de alevinos.

Normalmente, utiliza-se o mecanismo de indução hormonal da desova através do emprego de extrato de hipófise de peixes. Entretanto o sucesso dessa é totalmente dependente da potência hormonal das hipófises adquiridas e, principalmente, da determinação exata do momento do início do protocolo de indução, o qual depende do estágio de maturação gonadal. A ausência de dimorfismo sexual no surubim torna difícil sua sexagem e a definição desse estágio de maturação, tornando a reprodução induzida imprecisa e casual, sendo, portanto

necessária à adoção de uma técnica confiável, prática não invasiva e não letal para determinação do sexo e do estágio de desenvolvimento das gônadas

2.3.3 Características reprodutivas

O conhecimento dos padrões reprodutivos é fundamental para a compreensão das estratégias do ciclo da vida bem como para nortear medidas de administração, manejo e preservação frente a impactos, como exaustão dos estoques naturais (VAZZOLER e MENEZES, 1992). Tais informações são ainda mais preponderantes quando se busca a inserção de espécies nativas no contexto da produção comercial visando um melhor manejo e conservação desses animais.

Os critérios mais importantes a serem analisados na escolha de espécies a serem empregadas na aquicultura estão relacionados às suas características zootécnicas além das reprodutivas como a alta fecundidade, facilidade de captura de ovos, desova natural em cativeiro, facilidade de indução da desova e maturidade sexual precoce (REAY, 1984).

As variações nas estratégias e padrões reprodutivos dos siluriformes são reflexos da grande diversificação desse grupo (BRITO, 2002). São espécies com características migratórias, reproduzindo-se nos leitos dos rios na estação chuvosa. Porém, a história de sua movimentação dentro e fora do período reprodutivo é muito pouco relatada. GODINHO et al., (2007) trabalhando com radio-telemetria em 24 fêmeas de surubim durante 32 meses (2000-2003), verificaram que essa espécie apresentou padrão de migração dualístico, encontrando peixes residentes nos sítios de desova e outros que migraram até esses locais. Seu período reprodutivo é relativamente curto compreendendo os meses de chuva (novembro a janeiro) quando os rios

recebem um grande aporte de água. A desova é do tipo total ou única (BAZZOLI, 2003; SATO e GODINHO, 2003; BRITO, 2002), porém GODINHO et al., (2007) trabalhando com radio-telemetria, verificaram que algumas fêmeas visitaram os locais de desovas várias vezes durante as enchentes, sugerindo que esses peixes podem ter desova do tipo múltipla.

O peso e tamanho mínimo à primeira maturação é variável e dependente de fatores como, disponibilidade de alimentos, temperatura da água, ambiente natural ou cativeiro, etc. BRITO (2002), verificou um tamanho mínimo à maturação de 92 cm para fêmeas e 63,3 cm para machos de *P. coruscans* no rio São Francisco. Já ROMAGOSA (2003) trabalhando com *P. fasciatum* de cativeiro, encontrou um comprimento médio no qual 50% das fêmeas atingiram a primeira maturação (L50) de 37,65 cm, valor próximo ao de 39,5 cm relatado por REID (1983). Esses resultados diferem daqueles apresentados por VALDERRAMA et al. (1988), REYES e HUQ (1990) e RESENDE et al. (1995) que determinaram valores para a primeira maturação dessa espécie capturada em ambiente natural, respectivamente, de 79,0; 87,0; 63,0 cm.

Os surubins apresentam gônadas pares, sendo os ovários alongados ou saciformes e os testículos com projeções digitiformes ou em franjas em toda sua extensão, sendo mais evidentes na época de reprodução. Os ovários são cobertos pela túnica ovariana (tecido conjuntivo, muscular e capilares sanguíneos) (KUNKEL e FLORES, 1996). As gônadas se fundem na região caudal para formar o ducto comum. Os ovários são do tipo cistovariano uma vez que o lume tem continuidade com o oviduto, através do qual os ovócitos alcançam o meio externo (BAZZOLI, 2003). Segundo ROMAGOSA, (2003), da extremidade caudal de cada ovário parte o ducto ovariano comum, que se funde com o lado oposto constituindo o

ducto ovariano, abrindo na papila genital situada posteriormente e contiguamente à papila anal. As características anatômicas observadas e estudadas nesta espécie correspondem à maioria das descritas para outros Siluriformes brasileiros. O volume, a coloração, a espessura e a irrigação sanguínea dos ovários variam de acordo com o estágio de maturação, podendo apresentar tonalidades desde róseo claro (período de repouso) até bem amarelados (maturação final) devido a cor dos ovócitos repletos de vitelo. A coloração dos testículos vai desde translúcidos, em fase de repouso, até branco leitoso durante o período reprodutivo. Microscopicamente, as gônadas são revestidas pela túnica albugínea, a qual, nos ovários, emite septos para o interior do órgão, formando lamelas ovulíferas onde encontram-se os ovócitos em diferentes fases de desenvolvimento. Nos testículos, a túnica albugínea emite septos para formar lóbulos que são preenchidos pelos túbulos seminíferos (BAZZOLI, 2003).

Os surubins não protegem a prole, liberando ovos livres ou não adesivos, pequenos (0,8 a 1,6 mm de diâmetro), numerosos e de coloração amarelada na coluna d'água (SATO, 1999). Os ovócitos apresentam alta fecundidade o que deve compensar a grande mortalidade dos mesmos (RIZZO e GODINHO, 2003). As áreas de inundação localizadas abaixo dos locais de desova são, provavelmente, os locais de maior importância para a manutenção e sobrevivência das fases de vida jovem desse peixe. Contudo, a importância do canal do rio como berçário ainda não foi avaliada (CAROLSFELD et al. 2003). Após a desova algumas fêmeas deixam os locais de reprodução para se alimentar enquanto outras permanecem nos mesmos locais até o próximo período reprodutivo (GODINHO et al., 2007).

A embriogênese ocorre rapidamente, ao redor de 16 horas em uma temperatura média de $23,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ (VAZZOLER, 1996;

RESENDE et al.,1995; SATO, 1999). São ovos semi-flutuantes que eclodem em aproximadamente 20 horas a uma temperatura de 24°C . PEREZ et al., (2001) encontraram para o *Pseudoplatystoma fasciatum* uma eclosão em 14 ± 2 horas após a fertilização a uma temperatura de 27°C . Os ovos e as larvas são carreados pela correnteza. Estima-se que uma fêmea produza aproximadamente 100.000 ovócitos por kg de peso vivo (SATO, 2003).

Estudos sobre a biologia dos ovos de peixes são de grande interesse por fornecerem subsídios para a compreensão da fisiologia dessa célula germinativa, tendo em vista a preservação de gametas, a conservação da ictiofauna e o aprimoramento das técnicas de cultivo (RIZZO e GODINHO, 2003). O conhecimento das características físicas dos ovos é fundamental para o aperfeiçoamento de alguns manejos convencionais na criação comercial, como o estabelecimento do tipo de incubação a ser empregado além do tempo e da temperatura ideais para a eclosão. Para as espécies que apresentam ovos livres e larvas com movimento vertical na coluna d'água, como o surubim, em geral é melhor utilizar-se de incubadoras do tipo funil ou vertical, já pra espécies que têm ovos adesivos e larvas que não se movimentam na coluna da água, normalmente são utilizadas incubadoras do tipo peneira (SATO, 1999).

As condições de cultivo afetam fortemente o desenvolvimento gonadal, principalmente durante a fase de vitelogênese, de modo que, uma limitação na qualidade ou quantidade do alimento, densidade de estocagem excessiva e o estresse, podem induzir a reabsorção de ovócitos vitelogênicos, resultando num menor número de ovócitos maduros, ou ainda, podem atuar numa fase anterior, impedindo o início da vitelogênese (HARVEY e CAROLSFELD, 1993).

O conhecimento das variáveis reprodutivas entre as espécies, tais como sinalização pelas

fêmeas do momento da desova, fertilidades inicial e final por grama de peso corporal dos reprodutores, adesividade do ovo, presença do órgão adesivo larval e realização ou não de movimento vertical na coluna d'água pela larva mostraram ter aplicação prática na aquicultura, podendo auxiliar no manejo de reprodutores, ovos, larvas e pós larvas, e nas estimativas de produção nas várias etapas do processo (SATO, 2003).

2.3.3.1 Estádios do ciclo reprodutivo

A maturação gonadal é decorrente de uma série de eventos hormonais que ocorrem a partir de estímulos diretos e indiretos. No início do desenvolvimento gonadal ocorre aumento no nível de gonadotropina na hipófise e no plasma, servindo provavelmente para recrutar os ovócitos e iniciar a vitelogênese no período reprodutivo corrente (ZOHAR, 1989). Essa elevação da gonadotropina estimula o aumento na concentração de testosterona e estrogênio, porém, esses níveis diminuem rapidamente (CAROLSFELD, 1989). Apesar disso, a vitelogênese persiste mesmo na aparente ausência de elevados níveis de gonadotropina (PETER, 1983). No final da vitelogênese, o nível de gonadotropina volta a crescer na hipófise e no plasma, assim como a testosterona e estrogênio do plasma. Não existe um padrão de variação da concentração destes hormônios no plasma sanguíneo, relacionado ao estágio de desenvolvimento gonadal, nas distintas espécies de peixes. Numa determinada época do ano, em resposta a estímulos ambientais, ocorrem descargas periódicas de gonadotropina na corrente sanguínea que induzem o início da vitelogênese (ZANIBONI E WEINGARTNER, 2007). A duração da vitelogênese pode ser reduzida artificialmente, através da aplicação de pequenas injeções de hormônio de crescimento (GH) ou por intermédio de implantes que possibilitam a liberação lenta

e prolongada de hormônio liberador da gonadotropina (GnRH) e testosterona (HARVEY e CAROLSFELD, 1993).

Depois de concluída a vitelogênese, a atividade ovariana se torna mais reduzida e permanece em sintonia com a adequação das condições ambientais, garantindo assim, que a liberação dos ovócitos coincida com o período em que as características ambientais estejam mais adequadas, para propiciar a máxima sobrevivência da prole. Esta fase é conhecida como “período de dormência” e sua duração varia de uma espécie para outra, sendo observado, para peixes brasileiros, um período desde poucas semanas até alguns meses.

A extensão do período de dormência é muito afetada pelas condições em que os reprodutores são mantidos, tais como: qualidade de água, alimentação e a frequência de manejo. Decorrido o período de dormência, caso as condições ambientais não tenham desencadeado a maturação final e a desova posterior, tem início o processo de atresia folicular ou reabsorção celular, seguido pelo rearranjo gonadal (WOYNAROVICH e HORVÁTH, 1983; VAZZOLER, 1996).

Durante o “período de dormência”, quando as condições ambientais são propícias, tem início a etapa final de maturação gonadal. A fase final de maturação dos ovócitos é caracterizada pela migração da vesícula germinal (núcleo) para a periferia celular e a sua posterior desintegração, quando os ovócitos estão prontos para serem eliminados do envelope folicular (VAZZOLER, 1996). A liberação dos ovócitos na luz do ovário se dá após uma pequena hidratação dos ovócitos, promovendo o aumento de volume destes, e o conseqüente rompimento do envelope folicular. Essa fase é conhecida como ovulação. Após o rompimento da ligação com as células foliculares, os ovócitos deixam de manter uma ligação com a

corrente sanguínea que lhes proporciona suprimento alimentar e possibilita as trocas gasosas. As reservas alimentares do ovócito e da larva garantem sua sobrevivência até o início da alimentação exógena, que ocorre dias depois da ovulação. As trocas gasosas passam a ocorrer por difusão direta e definem um curto tempo para a eliminação de ovócitos viáveis (ZANIBONI E WEINGARTNER, 2007)

O conhecimento dos parâmetros reprodutivos em ambientes naturais e cativos são importantes porque fornecem subsídios básicos para os procedimentos de cultivo e reprodução induzida (RIZZO et al., 1997).

A classificação macro e microscópica dos diferentes estádios de maturação são variáveis de acordo com diferentes autores. Tal variação é inerente às metodologias empregadas refletindo em maior ou menor número de subdivisões.

Basicamente, todas as classificações dos estádios de desenvolvimento gonadal seguem uma escala universal, modificada de acordo com as características específicas para cada grupo de espécies: estágio imaturo ou jovem, repouso, maduro, reprodução e reproduzido (COSTA, 1999). BARBIERI e SANTOS (1988) classificam o desenvolvimento ovárico em três estádios, já TELES e GODINHO (1997) em até seis.

Os estádios de maturação dos peixes de interesse comercial do rio São Francisco, foram estabelecidos de acordo com análises macro e microscópicas das gônadas (BAZZOLI, 2003) e baseadas nas características de coloração, volume, turgidez, irrigação sanguínea e visualização e ovócitos. Para o surubim pode-se adotar a seguinte classificação (BRITO, 2002):

Estádio 1 (repouso)

Machos: Testículos finos e translúcidos, túbulos seminíferos fechados e paredes contendo apenas cistos de

espermatogônia;

Fêmeas: ovários finos e transparentes, pequeno volume (Figura. 09), contendo apenas ovócitos jovens (O1) e pré vitelogênicos (O2) (Figura 10).



Fig. 09: Ovarios de surubim (*P. Coruscans*) em estágio de repouso reprodutivo
Foto: Daniel Crepaldi

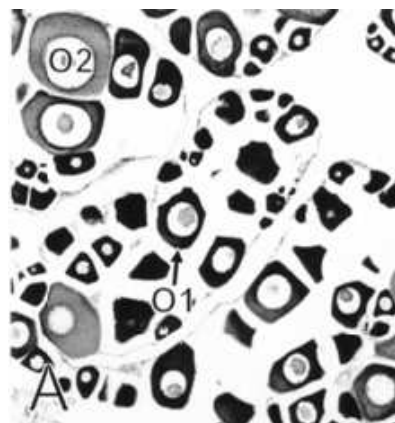


Fig. 10: Corte histológico de ovário de *P. coruscans* em repouso. Presença de ovócitos jovens (O1) e pré-vitelogênicos (O2).
Fonte: Brito, 2003.

Estádio 2 (maturação inicial)

Macho: testículos volumosos e esbranquiçados, lume dos túbulos seminíferos contendo pequena quantidade de espermatozóide e parede com cistos de todas as células da linhagem espermatogênica;

Fêmea: ovários volumosos, aumento da vascularização e com alguns ovócitos visíveis a olho nu (Figura 11). Presença de

O1, O2, e ovócitos com vesículas corticais (O3) (Figura 12).

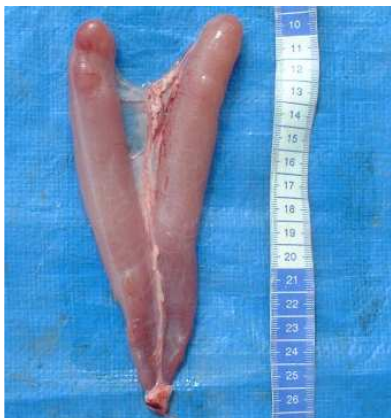


Fig. 11: Ovarios de surubim (*P. Coruscans*) em estágio de maturação inicial.

Foto: Daniel Crepaldi

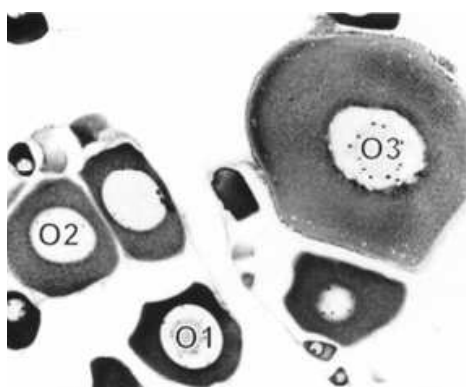


Fig. 12: Corte histológico de ovário de *P. coruscans* em maturação inicial. Presença de ovócitos jovens (O1), pré-vitelogênicos (O2) e ovócitos com vesícula cortical (O3).

Fonte: Brito, 2003.

Estádio 3 (maturação final)

Macho: testículo com volume máximo, coloração branco-leitosa e franjas túrgidas. Lume dos túbulos repletos de espermatozoides.

Fêmea: ovários amarelos, volume máximo, vascularização evidente, ovócitos visíveis a olho nu (Figura 13). Presença de O1, O2, O3 e ovócitos vitelogênicos (O4) (Figura14).

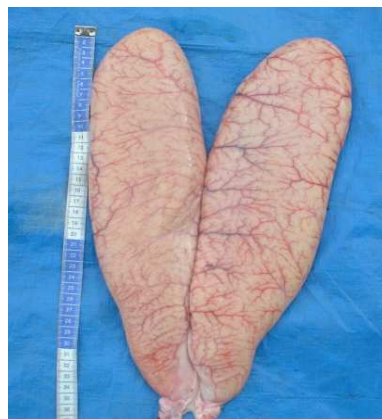


Fig. 13: Ovarios de surubim (*P. Coruscans*) em estágio de maturação final.

Foto: Daniel Crepaldi

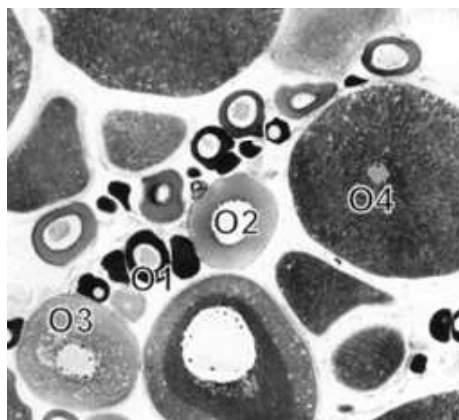


Fig. 14: Corte histológico de ovário de *P. coruscans* em maturação final. Presença de ovócitos jovens (O1), pré-vitelogênicos (O2), ovócitos com vesícula cortical (O3). E ovócitos vitelogênicos (O4).

Fonte: Brito, 2003.

A figura 15 mostra ovários de surubim em 3 estádios de desenvolvimento reprodutivo, quando comparados dessa forma ficam nítidas as diferenças já citadas acima.

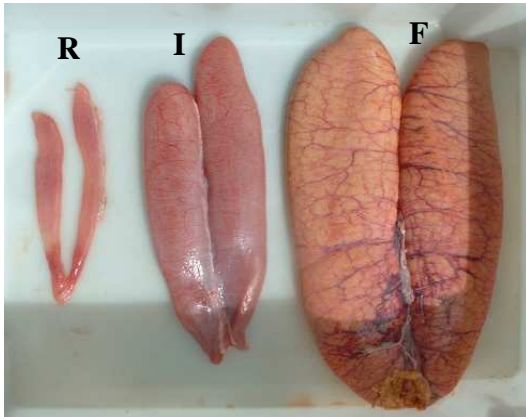


Fig. 15: Ovários de surubim (*P. Coruscans*) em estádios de repouso (R), maturação inicial (I) e final (F). Foto: Daniel Crepaldi

Estádio 4 (Pós-desova)

Macho: áreas hemorrágicas e franjas flácidas. Túbulos seminíferos com lume aberto podendo conter espermatozoides residuais e parede constituída somente de espermatogônias.

Fêmea: Ovários hemorrágicos e flácidos (Figura 16), com raros ovócitos opacos e visíveis a olho nu. Presença de folículos pós-ovulatórios e atrésicos ao lado de O1 e O2 (Figura 17).

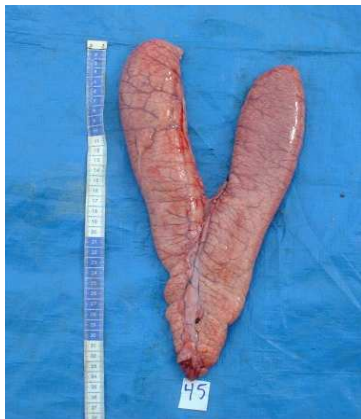


Fig. 16: Ovários de surubim (*P. Coruscans*) pós-desova. Foto: Daniel Crepaldi

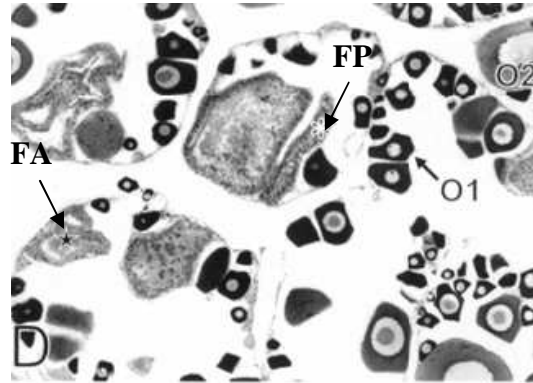


Fig. 17: Corte histológico de ovário de *P. coruscans* desovado. Presença de ovócitos jovens (O1), pré-vitelogênicos (O2) e folículos pós-ovulatórios (FP) e atrésicos (FA).

Fonte: Brito, 2003.

As características microscópicas dos ovócitos e folículos em diferentes fases de desenvolvimento foram assim definidas por BRITO (2002):

Ovócito jovem (O1): citoplasma fortemente basófilo, núcleo grande, localizado no centro do ovócito, com nucléolos periféricos e zona pelúcida não evidente. Estão presentes em todos os estádios do ciclo reprodutivo;

Ovócito pré-vitelogênico (O2): citoplasma basófilo finamente granular, núcleo grande e vesiculoso, células foliculares pavimentosas e zona pelúcida delgada. Presença de núcleo vitelínico (estrutura fortemente basófila no ooplasma);

Ovócito com vesícula cortical (O3): aparecimento no ooplasma de vesículas claras ou alvéolos corticais. Núcleo levemente basófilo com contorno irregular e nucléolos periféricos. As células foliculares tornam-se cúbicas e a zona pelúcida permanece delgada;

Ovócito vitelogênico (O4): ooplasma com grande quantidade de glóbulos de vitelo fortemente acidófilos, núcleo menor que nos estádios anteriores e nucléolos distribuídos aleatoriamente. Células foliculares

prismáticas e zona pelúcida delgada, constituída de camada única;

Folículo pós ovulatório: forma irregular, lume amplo, parede constituída de teca conjuntiva e células foliculares hipertrofiadas. A presença dessa estrutura indica que o peixe desovou pelo menos uma vez;

Folículos atrésicos: caracterizados pela liquefação do vitelo, fragmentação da zona pelúcida e reabsorção do conteúdo ovular pelas células foliculares que tornam-se hipertrofiadas.

2.3.4 Reprodução Induzida

A reprodução é quase sempre um fenômeno sazonal ou cíclico. As zonas temperadas e frias são caracterizadas por um ciclo anual de temperaturas e fotoperíodo; nos trópicos os habitats em água doce podem ser alternados marcadamente pelas estações chuvosas.

O sistema endócrino está diretamente relacionado com fatores ambientais e os órgãos da reprodução. Trocas nas condições

ambientais, atuando através do sistema sensorial e centros específicos do cérebro, desencadeiam neuro secreções as quais regulam as atividades da hipófise que por sua vez atua sobre as gônadas e seus produtos.

Grande parte dos peixes mantidos em condições de confinamento tendem a apresentar disfunções reprodutivas. Nas fêmeas essas falhas são caracterizadas por problemas na maturação final dos ovócitos, ovulação e na ovoposição. Já nos machos a pequena quantidade de sêmen e sua baixa qualidade são os achados mais comuns.

Essas disfunções ocorrem devido a falta de

estímulos do ambiente natural na época da reprodução nos peixes mantidos em cativeiro, como resultado, ocorrem falhas no processo de liberação da gonadotropina responsável pela maturação final, o hormônio luteinizante (LH) (ZOHAR e MYLONAS, 2001). Manipulações de parâmetros ambientais como a temperatura, fotoperíodo, salinidade, profundidade e turbidez da água, podem melhorar a eficiência reprodutiva em alguns peixes, porém, em outros, a única maneira de se controlar a reprodução em cativeiro é através da utilização do tratamento hormonal.

A aplicação das técnicas convencionais de indução hormonal é indicada para peixes adultos. Nessa fase a vitelogênese está completa nos ovócitos, sendo necessária a indução hormonal a fim de garantir a maturação final e desova. Essa etapa final consiste basicamente na migração e posterior desintegração da vesícula germinal, o rompimento do envelope folicular e a conseqüente liberação dos ovócitos na luz do ovário, seguido pela eliminação dos ovócitos. Para os machos, a função básica da indução hormonal é o aumento do volume de sêmen, que está mais associado com uma maior fluidez do sêmen produzido do que com o aumento do número de células espermáticas (ZANIBONI FILHO e WEINGARTNER, 2007).

No cultivo de peixes que fazem migração reprodutiva, a maturação final do ovócito tem sido feita pelo uso de hormônios (naturais ou sintéticos) processo rotineiramente chamado de reprodução induzida. Esta técnica, originalmente desenvolvida à partir da aplicação de extrato de hipófise, retoma a meiose e promove a maturação final do ovócito (VON IHERING & AZEVEDO, 1936). O sucesso desta prática mostrou que os controles endócrino e metabólico são os principais reguladores endógenos dessa etapa da ovogênese e, por conseguinte, os estudos concentraram-se em

sua maioria sobre esses enfoques (LAM, 1982; NAGAHAMA, 1983). O sucesso desta prática depende do controle endócrino da maturação dos ovários, que é exercido por mecanismos internos (endocrinológicos e genéticos) e externos (climáticos, meteorológicos e hidrológicos).

Os primeiros trabalhos de indução à desova de peixes reofílicos foram desenvolvidos no Brasil (IHERING, 1935; CARDOSO, 1934; IHERING e AZEVEDO, 1934; IHERING, 1937), quando foram obtidos resultados positivos de indução à maturação final e desova de peixes migradores, a partir da aplicação de hormônios naturais presentes na hipófise de peixes adultos. Essa técnica continua sendo uma das alternativas utilizadas para induzir a reprodução de peixes migradores em todo mundo, sendo conhecida como “hipofisação” (ZANIBONI FILHO e WEINGARTNER, 2007).

Passadas as experiências bem sucedidas da equipe de Rodolpho Von Ihering, somente foram obtidos resultados expressivos no desenvolvimento de tecnologia da reprodução de peixes migradores brasileiros na década de 1970, com a equipe do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS). Até o início de 1990, foram obtidos resultados positivos de indução hormonal a maturação final e desova de vários peixes migradores brasileiros, quer através da hipofisação ou da aplicação de hormônios sintéticos (ZANIBONI FILHO E BARBOSA, 1996).

Apesar do Brasil ter sido pioneiro na desova induzida são poucos os peixes que têm definido um pacote tecnológico baseado em parâmetros confiáveis de serem ajustados de acordo com as diferentes características entre as espécies. Quando determina-se o protocolo ideal de determinada espécie, esses mesmos dados podem ser aplicados em outros peixes pertencentes ao mesmo gênero ou mesmo de grupos mais elevados. Como exemplo, cita-se o trabalho

desenvolvido de Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Três Marias onde a desova induzida do surubim só foi concretizada após o estabelecimento da desova artificial de *Pimelodus maculatus*, ambos da família Pimelodidae (SATO, 1999).

A importância do desenvolvimento de trabalhos de indução artificial à desova é ressaltada pelo fato de que várias espécies utilizadas na aquacultura não se reproduzem quando confinadas. Cerca de 13% dos peixes da Bacia do São Francisco têm valor comercial, sendo que 80% dessas não conseguem reproduzir-se naturalmente em condições de cativeiro, o que ressalta a importância de trabalhos com indução artificial à desova. Assim torna-se necessário o domínio na manipulação da atividade reprodutiva, possibilitando a produção de alevinos destas espécies, o que contribuiria para a conservação e impulsionaria o cultivo (SATO, 2003), o que de certa forma reduziria a pressão sobre os estoques naturais. Esta técnica já foi testada em diversos peixes da Bacia (SATO, 1989), sendo empregada com sucesso em cerca de 25 espécies (SATO, 2003).

A técnica de indução artificial consiste na administração de extrato hipofisário de peixe, geralmente de carpa comum (*Cyprinus carpio*), injetado na cavidade celomática ou via intramuscular nos reprodutores. O tempo entre as aplicações e a quantidade de hormônio distribuído entre as doses varia de acordo com as espécies. Nas fêmeas de surubim, geralmente, emprega-se a administração de duas doses do hormônio com intervalo aproximado de 12 a 13 horas entre as aplicações, com a água em uma temperatura entre 23,5 a 25 C°. A primeira dose (0,8 mg/kg) serve para estimular a migração da vesícula germinal e a segunda (6,1 mg/kg), para induzir a quebra da vesícula germinal, ovulação e desova (WOYNAROVICH e HORVÁTH, 1983). Já para os machos, é utilizada a administração de dose hormonal única (2,5-3,0 mg/kg),

aplicada no mesmo momento da segunda dose das fêmeas. Seguindo esse protocolo, os reprodutores deverão estar aptos à extrusão em aproximadamente 226 horas-grau ou 9,3 horas (SATO, 2003). O termo “horas-grau” refere-se ao tempo (horas) tomado a partir da aplicação da última dose hormonal, multiplicado pela temperatura da água (C°), sendo que cada espécie apresenta necessidades diferentes para essa medida.

O total de ovócitos extruídos deverão representar cerca de 5 % do peso corporal das fêmeas. Os valores de percentagem de ovócitos extruídos por fêmea assim como a fertilização e fecundidade dos mesmos, podem ser variáveis de acordo com a classe de peso estudada. (SATO, 2003). Esse mesmo autor encontrou que os ovócitos extrusados representavam 3,83 % do peso das fêmeas, verificando ainda cerca de 1,27 % do peso desses animais em ovócitos residuais, o que representa aproximadamente 36,04 % de ovócitos retidos no ovário em relação aos extrusados. O número médio de ovócitos por grama de ovário foi de 2468 \pm 82 e a taxa de fertilização de 79,53 \pm 8,97.

Após a extrusão, os ovócitos são depositados em um recipiente, colocando-se o sêmen sobre os mesmos e misturando suavemente. Todo processo é efetuado sem a adição de água. As células espermáticas permanecem imóveis no testículo dos peixes devido à elevada concentração de potássio, de forma que, imediatamente após entrarem em contato com a água o potássio é diluído e as células são ativadas (ZANIBONI FILHO e WEINGARTNER, 2007). Após a homogeneização da massa de ovócitos e sêmen, adiciona-se a água o que promove a ativação dos espermatozoides e conseqüente fertilização dos óvulos.

A motilidade do sêmen geralmente é inferior a um minuto, sendo que esse tempo varia entre as diferentes espécies de peixes (HARVEY e CAROLSFELD, 1993). De modo semelhante, os óvulos de diferentes

espécies são ativados pelo contato com a água, devendo ser fertilizados imediatamente. Considerando-se as características fisiológicas dos gametas, a fertilização a seco é o melhor método, onde óvulos e espermatozoides são retirados dos peixes, sem contato com a água, misturados e somente depois é adicionada a água. O procedimento de fertilização a seco possibilita a vantagem de ampliar o tempo para o manejo dos gametas, permitindo assim, a separação e a quantificação da desova nas porções a serem estocadas em distintas incubadoras, além de aumentar a taxa de fertilização (ZANIBONI FILHO e WEINGARTNER, 2007). Após a mistura dos óvulos com o sêmen, se procede a inclusão de água para ativação dos gametas, porém, a quantidade a ser adicionada precisa ser bem dimensionada. A inclusão de muita água causa a diluição do sêmen, e a diminuição da possibilidade de que encontrem a micrópila para a fertilização, da mesma forma que a quantidade insuficiente pode causar a obstrução da micrópila pelo muco do ovário ou pelo contato de outro óvulo (WOYNAROVICH e HORVÁTH, 1983).

O diâmetro do ovócito antes e após sua hidratação varia de 0,8 a 1,3 mm. Após esse processo, os óvulos são colocados nas incubadoras com uma temperatura da água em torno de 23,5 a 25 C° (CARDOSO et al., 1995).

A técnica de hipofiseção apresenta uma série de entraves, tais como: desconhecimento do conteúdo de gonadotropina das hipófises, uma vez que trabalha-se com números ou peso das hipófises e não sua atividade hormonal; não padronização do material empregado; dificuldade em obtenção de glândulas em quantidade e qualidade satisfatória durante todo o ano, alto custo e dificuldade na determinação exata do momento do início do protocolo de indução, o qual depende do estágio de maturação gonadal (CREPALDI, 2004).

Devido às variáveis citadas para a técnica de hipofisação, as taxas de respostas positivas à indução variam de 60% a 100%. Na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Três Marias, entre os anos de 1995 e 1998, foram induzidos 12 machos e 18 fêmeas de surubim, obtendo-se uma resposta à hipofisação de 66,7% com uma percentagem de ovócitos residuais (retidos no ovário em relação aos extraídos, após a desova) de $36,04 \pm 14,67$ (SATO, 1999). SATO et al., (1997) induzindo 12 fêmeas, alcançou aproximadamente 60% de sucesso na indução. Já em 2003, o mesmo autor encontrou uma taxa positiva de 58,3% (SATO et al., 2003). Tais números demonstram a necessidade em melhorar-se esses índices reprodutivos o que pode ser alcançado a partir de ajustes nos protocolos de identificação do estágio de maturação e consequentemente no momento de administração hormonal.

Quanto ao custo do processo, CAROLSFELD et al. (1988) efetuaram um estudo econômico comparativo com diversas substâncias usadas na reprodução induzida de peixes, mostrando que a associação de GnRH com domperidona tinha um custo de R\$ 2,48 por quilo de animal tratado, enquanto a hipofisação saía por R\$ 4,43 chegando a atingir R\$ 248,00 para o GtH de salmão purificado. Esses dados corroboram com as descrições de THOMAS e BOYD (1989).

Os elevados preços das hipófises de carpa e de salmão, nos mercados nacional e internacional, estimularam a realização de trabalhos com a hipófise de outros animais, obtendo-se sucesso na indução à desova de peixes com hipófises de outros animais como frango, pato, rã e coelho (NWADUKWE, 1993; STREIT JR., 2002). SOUZA et al., (2003) comparou a utilização de hipófises de frango (EHF), coelho (EHCo) e de carpa (EHC) na indução de *Cyprinus carpio*. Avaliaram-se, o

volume médio de sêmen, a concentração de espermatozoides, o número total de espermatozoides liberados no sêmen. Constatou-se que para esses índices, os machos tratados com EHF e EHC foram superiores em relação ao EHCo. Não houve diferença, porém, para a motilidade progressiva, vigor espermático e a taxa de eclosão em função dos diferentes hormônios utilizados nos machos. Em fêmeas, as desovas, a unidade térmica acumulada, número de ovócitos/g de ovócitos liberados e a taxa de eclosão de acordo com hormônio utilizado na fêmea apresentaram melhor desempenho ao se utilizar EHF e EHC ($p < 0,05$), comparado com EHCo. De acordo com os resultados encontrados, sugeriu-se a possível utilização do EHF para indução de machos e novas pesquisas em relação às fêmeas, sendo que o EHCo não promoveu estimulação satisfatória em machos e fêmeas.

Pelos motivos citados anteriormente diversos autores têm proposto e conseguido a substituição da hipofisação por outras técnicas (LAM, 1982; GOOS et al., 1987). A procura de novas alternativas para obtenção de desovas em peixes tropicais conduziu à busca por produtos sintéticos como às gonadotropinas, levando ao desenvolvimento de técnicas de 2ª geração para indução à maturação final, ovulação e espermição (LEONARDO, 2003).

Dentre as várias possibilidades para indução à desova, utiliza-se gonadotropina parcial ou totalmente purificada de peixes. Foi obtida desde 1970, possibilitando a utilização de um produto bem mais específico que o extrato hipofisário (DONALDSON e HUNTER, 1983). A gonadotropina semi-purificada de salmão (SG G100) chegou a ser produzida comercialmente, sendo um produto padronizado através de bioensaio e que permitia um longo período de estocagem, apesar disso, o preço elevado limitou o seu uso no setor produtivo (HARVEY e CAROLSFELD, 1993).

Segundo CARRILLO et al (2001) as gonadotropinas (GtH) são hormônios glicoprotéicos de origem hipofisária e placentária (mamíferos) que estimulam o desenvolvimento das gônadas. A hipófise dos teleósteos secretam duas classes de gonadotropinas a GtH-I (vitelogênese e da espermogênese) e GtH-II (maturação final dos ovócitos e ovulação), sendo o principal responsável pela secreção e liberação de ambas e o GnRH (LEONARDO, 2003).

A gonadotropina purificada de origem humana (HCG) também foi testada, se mostrando um potente indutor da ovulação de várias espécies de peixes, apesar de não estimular todas as espécies. A grande diferença na estrutura molecular da HCG, comparada com a gonadotropina de peixes, tem exigido a aplicação de elevadas doses para estimular a maturação final de peixes, tornando o processo economicamente proibitivo (HARVEY E CAROLSFELD, 1993). A efetividade do hormônio na reprodução induzida de espécies nativas e de interesse comercial foi demonstrada por alguns pesquisadores: FENERICH et al., (1974) em três espécies, *Rhamdia hilarii*, *Pimelodus maculatus* e *Salminus maxillosus*; ROMAGOSA et. al. (1990), com *Piaractus mesopotamicus* e ANTONIUTTI et. al. (1995), com *Prochilodus scrofa*.

LEONARDO (2003) comparou o extrato de hipófise de carpa (HC), o HCG e o conjugado entre as duas substâncias na indução hormonal de cachara (*P. fasciatus*), verificando que o HCG foi mais eficaz em relação ao HC na indução à desova e que a combinação de HC + HCG não foi adequada ao cachara.

A utilização dos hormônios liberadores de gonadotropinas (GnRH) para a indução a desova de peixes vem sendo utilizada com sucesso desde 1975 (DONALDSON e HUNTER, 1983). Esses hormônios são muito semelhantes entre os vertebrados

superiores e inferiores, havendo pequenas alterações na estrutura molecular do decapeptídeo. Por essa razão, o hormônio liberador de gonadotropina de mamífero e os seus análogos são efetivos para induzir a desova de várias espécies de peixes (ZANIBONI FILHO e WEINGARTNER, 2007). Como se trata de uma molécula pequena e simples, a síntese desse hormônio foi possível, abrindo possibilidade para alteração da estrutura molecular e a síntese de análogos, possibilitando a produção de hormônios 50 a 100 vezes mais potentes (HARVEY e CAROLSFELD, 1993). Apesar da existência de vários análogos no mercado, os mais utilizados para indução à maturação final de peixes são os análogos dos hormônios liberadores de gonadotropina (GnRH-a) de mamíferos e de salmão (ZANIBONI FILHO e WEINGARTNER, 2007).

Destaca-se o emprego do GnRH em duas de suas fórmulas mais comuns, a do análogo de mamífero: D-Ala⁶-Pro⁹-mLHRH-NET e o de salmão: [D-Arg⁶, Pro⁹ Net] sGnRH, tendo esta última maior atividade. A dosagem dos análogos de GnRH recomendada para indução a desova de peixes é igualmente variável, tendo sido efetiva entre 1 e 100µg/kg, embora o setor produtivo utilize valores entre 5 e 20µg/kg (HARVEY e CAROLSFELD, 1993). MUGNIER et al. (2000), utilizaram o análogo (GnRH-a), [d-Ala⁶-Pro⁹-Net] em *Scophthalmus maximus*, comprovando a eficácia desse hormônio na sincronização do período de desova que ficou restrito a metade do período controle, além de aumento significativo no número de fêmeas que ovularam.

Algumas vantagens destes hormônios liberadores são verificadas sobre a gonadotropina na indução a maturação final e desova dos peixes. A primeira é que atuam no início da cadeia hormonal e estimulam o peixe a sintetizar a sua própria gonadotropina, eliminando-se assim os problemas relacionados a utilização de

gonadotropina de outras espécies. A segunda é que a molécula não é altamente espécie-específica. Por último, são estruturas simples e facilmente fabricadas, apresentam grande estabilidade estrutural, são efetivas com pequenas dosagens de aplicação e o seu uso é economicamente vantajoso (HARVEY e CAROLSFELD, 1993).

A aplicação dos análogos de GnRH (GnRH-a) na piscicultura apresenta como problema o tempo prolongado de ovulação que ocorre em algumas fêmeas (BRZUSKA., 2001). Devido a tais inconvenientes produtores e pesquisadores têm sido relutantes na aplicação dos análogos.

Entretanto, a administração de substâncias compostas (Ovaprim, Dagin, Ovopel e Aquaspawn, Ovudal) contendo GnRH-a e um inibidor da dopamina (metaclorpramida) tem contribuído para a retomada do uso de produtos com estes análogos uma vez que elas possibilitam a administração da dose exata sem a necessidade de se pesar a solução, é um método simples e rápido de preparo e armazenamento e elimina uma injeção extra de inibidores da dopamina (KUCHARCZYK e SZABÓ, 1998). BRUSKA e BIALOWAS (2002) compararam o uso de Ovopel e extrato de hipófise na reprodução de *Cyprinus carpio* verificando que o grupo de peixes tratados com a substância composta apresentou maior número de fêmeas desovadas e ovos de melhor qualidade. A comparação entre o extrato hipofisário e o composto também foi efetuada para fêmeas de *Silurus glanis*, comprovando-se que o grupo que utilizou o Ovopel na reprodução apresentou maior número de fêmeas aptas a desova além de maior sobrevivência de larvas BRUSKA (2001). PEREZ et al., (2001) utilizaram o análogo "Ovudal" na indução reprodutiva de *P. fasciatus* na dosagem de 10 mg/kg para fêmeas e 1 mg/kg para os machos, comprovando a eficácia e possibilidade de emprego de tal produto para essa espécie. O Ovudal é um análogo artificial do LHRH

contendo a D-alanina na posição 6.

Um outro análogo do GnRH, a busserelina, vem sendo utilizado com sucesso para a indução da reprodução em peixes. Trata-se, igualmente, de um nonapeptídeo, porém apresenta a serina inserida na posição dextro em substituição ao sexto peptídeo. Este hormônio foi utilizado com sucesso na indução a maturação final e desova de peixes migradores brasileiros (MÉNDEZ e RODRIGUEZ, 1989), porém, parece ser menos efetivo que os análogos de salmão e de mamífero, exigindo a aplicação de uma maior quantidade de hormônio para estimular a maturação final e desova (CURRY e TSUKAMOTO, 1988). O acetato de busserelin (Conceptal^(R)) foi testado no Brasil nos trabalhos pioneiros com GnRH desenvolvidos no Centro de Pesquisa e Treinamento em Aqüicultura - CEPTA, com o pacu *Piaractus mesopotamius* por RIBEIRO et al. (1986) e continuado por outros autores (CAROLSFELD et al., 1988; FERRAZ DE LIMA et al., 1988).

É importante salientar que seja qual for o protocolo utilizado na indução artificial à desova, a determinação do melhor momento para se iniciar o procedimento é fundamental para o sucesso reprodutivo. Até então, as técnicas usualmente empregadas na identificação e seleção dos reprodutores aptos ao início do protocolo de indução, se baseavam na visualização de caracteres externos como abaulamento da parede celomática e hiperemia e dilatação do poro urogenital (Figura 18). Tais técnicas são subjetivas podendo variar de acordo com as características de cada indivíduo podendo acarretar uma menor eficiência em programas de desova induzida.

Mais recentemente, vem sendo utilizada a análise do fator de condição relativo (Kn), considerado como o cociente entre o peso observado e o peso teoricamente esperado para um dado comprimento ($Kn = Wt/aLt^b$).

Tal análise já foi aplicada para a seleção de reprodutores de peixes de clima tropical (ECKMANN,1984;. VERANI et al. (1997), citado por SATO, 2003).



Fig. 18: Poro urogenital hiperêmico.

Os Siluriformes, em cativeiro, não sinalizam o momento da desova (SATO, 1999) e não completam a maturação final dos ovócitos, o que prejudica a decisão de quando começar o protocolo de indução hormonal. Tal fato indica a importância da execução de pesquisas nessa área visando o sucesso na criação comercial dessas espécies.

2.4 - A ultra-sonografia (US)

A ultra-sonografia é uma técnica que permite identificar estruturas moles em diversas profundidades do organismo de maneira não invasiva. Esta técnica baseia-se na captação dos sons refletidos (ecos) ao passarem por tecidos de impedâncias diferentes. Estes ecos são transformados em imagens que podem ser facilmente interpretadas (GODDARD, 1995). As imagens de ultra-som (US) são geradas a partir de ondas de alta frequência, estas ondas sonoras são produzidas por vibração de cristais específicos (Cristais Pizeletricos) alojados no transdutor do aparelho e enviadas por pulsos elétricos. Essas atuam em uma quantidade estreita, mas profunda de tecido, resultando em uma

imagem bidimensional de uma pequena fração do local atingido por elas. Variando-se o ângulo e os movimentos do transdutor é possível direcionar-se as ondas para a estrutura do organismo a ser pesquisada. O transdutor tanto envia quanto recebe as ondas emitidas, sendo que a quantidade de ondas refletidas para ele são convertidas em correntes elétricas visualizadas como ecos na tela do aparelho. Os ecos são evidenciados na tela como uma variação de sombras em cinza, preto e branco. Líquidos não refletem ondas sonoras (anaecóicos ou hipoecóico) e são representados nas imagens pela cor preta (ou branco dependendo da formatação do scanner). Sendo assim as imagens ultra-sonográficas de estruturas contendo líquido como folículos de ovário, vesículas embrionárias ou mesmo o estômago repleto de líquido aparecem com a coloração preta no visor. Tecidos densos, como os ossos, refletem uma grande quantidade das ondas transmitidas (hiperecóico) e são representados por tonalidades de cinza claro ou branco (GRIFFIN E GINTHER, 1992).

A maioria dos aparelhos de US utilizados hoje são do tipo “módulo B” (modalidade de brilho), em tempo real. Neste tipo de ultra-sonografia a imagem é exibida em duas dimensões de pontos (pixels); sendo o brilho dos pontos proporcional a amplitude das ondas refletidas para o transdutor. O termo “Tempo real” refere-se à habilidade em captar imagens em movimento (movimentos cardíacos) quando estes ocorrem. A gravação em vídeo dessas imagens pode ser uma ferramenta importante no estudo da dinâmica dos eventos reprodutivos que acontecem nos animais (GRIFFIN E GINTHER, 1992).

O ultra-som, desde 1950, tem sido utilizado na produção animal como meio para se avaliar a composição corporal dos animais (FISHER, 1997). Por ser uma técnica não invasiva, precisa e de rápida mensuração pode ser empregada em laboratórios ou a

campo. Seu grande potencial aliado às vantagens sobre as demais técnicas tem levado muitos pesquisadores a estudarem aplicações variadas na experimentação animal em todo mundo (BRAUN, 1990). O US emite ondas sonoras de alta frequência, sendo utilizadas na medicina veterinária frequências de 1 a 10 MHz (TAYLOR E HILLYER, 1997) já na piscicultura os transdutores mais usados estão entre 3,5 e 7,5 MHz, sendo que quanto maior a frequência das ondas transmitidas menor a penetração nos tecidos e melhor a resolução das imagens geradas (GRIFFIN E GINTHER, 1992). A maioria dos trabalhos com a ultra-sonografia na experimentação animal, são relacionados a reprodução e a avaliações de rendimentos de carcaça em bovinos, suínos e ovinos, restando poucas pesquisas em peixes. Os trabalhos com essa espécie são oriundos de países onde a piscicultura já esta estabelecida. Muitos trabalhos têm sido desenvolvidos visando correlacionar as medidas obtidas por US de áreas específicas como as do *Longissimus dorsi* ou a espessura de gordura na 12^a costela obtidas em animais vivos. (GREINER et al., 2003; HERRING et al., 1994; WILLIAMS et al., 1997).

2.4.1 - Ultra-som na piscicultura

As frequências de ondas sonoras utilizadas para diagnóstico por imagem nos peixes estão entre 3,5 e 7,5 Mhz. Sendo que as diferentes aplicações do ultra-som na piscicultura estão diretamente relacionadas com a capacidade de reflexão de ondas no tecido do peixe, a composição corporal e a estrutura a ser visualizada.

As aplicações do ultra-som na piscicultura abrangem as áreas de diagnóstico de doenças, avaliação de características e rendimento de carcaça e reprodução, com importância relevante em pesquisas aplicadas (CREPALDI, 2004), sendo que os primeiros trabalhos encontrados são

relativos a avaliações reprodutivas desses animais.

LOVE E LEWBART (1997) avaliaram a aplicabilidade da técnica de US na detecção e diagnóstico de doenças em peixes ornamentais. Segundo os autores, proprietários em todo o mundo têm buscado maior assistência veterinária para esta categoria de peixes. As avaliações clínicas são complicadas devido à limitação física para o exame e pouca disponibilidade de testes diagnósticos efetivos. Entretanto a técnica de ultra-sonografia por ser relativamente barata e não invasiva mostrou ser viável e eficiente na detecção de algumas doenças comuns a estes animais como, sarcomas, hérnias de bexiga natatória e escoliose.

GUMPENBERGER et al. (2004) compararam as técnicas de ultra-sonografia, tomografia computadorizada e radiografia para o diagnóstico de aumento de volume da cavidade celomática em Oscar vermelho (*Astronotus ocellatus*). Enquanto a radiografia só demonstrou uma compressão caudoventral da bexiga natatória, a US encontrou um grande tumor no parênquima e a tomografia uma possível conexão do tumor com os rins. Após a necropsia diagnosticou-se um adenoma papilar cístico dos rins. Concluiu-se então que a técnica de US é eficaz no diagnóstico de algumas patologias para os peixes ornamentais assim como a tomografia computadorizada. A técnica de US foi ainda utilizada na detecção de nematóides na musculatura de peixes (HAFSTEINSSON et al.,1989) e para a verificação da função cardíaca no salmão (*Salmo salar*) (REIMERS et al.,1987).

A composição corporal dos peixes determina seu valor nutricional, atributos sensoriais, capacidade de processamento e armazenamento sendo o conhecimento dessa composição muito importante (CREPALDI, 2004). Os peixes são compostos de água, proteínas, lipídeos e minerais e a proporção

entre esses componentes é dependente da espécie, sexo, estação do ano, idade e estado sanitário dos mesmos (GHAEDIAN et al., 1998), sendo assim essas variáveis determinarão o sucesso do emprego desta técnica ou não em algumas categorias. Alguns constituintes corporais, como gorduras e água, podem ser determinados pela mensuração da velocidade de propagação das ondas de baixa intensidade geradas pelo US através deles. Portanto o US pode ser utilizado para fornecer informações sobre a concentração, localização, composição estrutural e física de componentes específicos dos alimentos (MCCLEMENTS, 1995).

Os métodos tradicionais para determinação do conteúdo de gordura, proteína, umidade e cinzas são demorados, destrutivos e muitas vezes difíceis de serem executados. A análise do conteúdo corporal dos peixes pela ultra-sonografia tem sido empregada em pesquisas em todo mundo devido ao seu caráter não destrutivo, simples, preciso e informatizado (SUVANICH et al., 1998), além de possibilitar a análise de amostras visivelmente opacas sem a necessidade de preparações laboratoriais específicas (GHAEDIAN et al., 1997). A viabilidade do US na determinação da umidade dos filés de bacalhau do atlântico (*Gadus morhua*) e a influência da gordura, umidade e sólidos não gordurosos na velocidade do ultra-som, foram testados pelos autores supra citados, concluindo-se que a velocidade do ultra-som cai linearmente com o aumento da umidade dos filés.

A composição de lipídeos é responsável pelas maiores diferenças observadas, variando entre espécies, podendo ainda apresentar grandes diferenças em uma mesma espécie, durante diferentes épocas do ano (CREPALDI, 2004). ROCHA (1982) ressalta que os peixes onívoros e herbívoros migradores que têm uma desova ao ano, apresentam grande variação de gordura entre os períodos de inverno e verão. Esta

variação é menor ou ausente nos peixes carnívoros, os quais ocupam o fim da cadeia alimentar, não migram tanto e têm desova contínua. Um outro fator que torna o conhecimento dos teores de lipídeos muito importante é a presença de ácidos graxos polinsaturados, principalmente os da família ômega-3, aos quais são atribuídos efeitos benéficos ao organismo humano.

SUVANICH et al.(1998) mensuraram a velocidade do US nos filés de bacalhau (*Gadus morhua*), sarda do atlântico (*Scomber scombrus*), salmão do atlântico (*Salmo salar*), bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) e linguado (*Pseudopleuronectes americanus*) em diferentes temperaturas (5 a 30°C). Concluindo que a velocidade do US varia entre as diferentes espécies, de acordo com a composição corporal, sendo possível a predição desta composição a partir de equações. O aumento da temperatura aumentou a velocidade do US para todas as espécies. Sugerem ainda que é possível determinar-se o conteúdo de gordura e sólidos não gordurosos mensurando a velocidade do US em função da temperatura.

Na aquicultura, as pesquisas relacionadas com a avaliação de carcaça e suas correlações por meio do ultra-som só tiveram início há poucos anos após o trabalho de BOSWORTH et al. (2001). Esses autores avaliaram as imagens ultra-sonográficas de 30 bagres-do-canal (535 a 967 gramas) relacionadas com o rendimento de carcaça dos animais após o abate, comparando-se as imagens transversais de ultra-som feitas na musculatura e sua posterior medição nos cortes transversais do músculo. A mensuração dos cortes congelados e a área obtida pelo ultra-som não mostraram diferenças significativas entre si e as correlações entre tais medidas foram altas ($r= 0,84$ a $0,94$, $P < 0,001$), indicando que as imagens de ultra-som podem ser usadas para se calcular a área da musculatura desses peixes.

O primeiro trabalho com ultra-sonografia em surubins, foi o de CREPALDI (2004), onde buscou-se avaliar, em peixes vivos, o rendimento de carcaça através do ultra-som além da visualização de gônadas e demais estruturas internas. Avaliaram-se 34 surubins híbridos (*P.coruscans* X *P.fasciatum*) divididos em 2 grupos de acordo com a média de peso (grupo 1: 1,5 kg e grupo 2: 2,7 kg). Foram feitas imagens ultra-sonográficas dorso-ventrais, medindo-se, a altura, a largura e a área da musculatura epi-axial de cada peixe. Os quatro pontos escolhidos para as mensurações por ultra-som foram: ponto 1-base anterior da nadadeira dorsal (AND); ponto 2-base posterior da nadadeira dorsal (PND); ponto 3-base anterior da nadadeira adiposa (ANA) e ponto 4-base do pedúnculo caudal (PC). Os peixes foram abatidos e dissecados, obtendo-se os cortes: peso total, peso da carcaça, peso da cabeça, peso do filé de lombo e peso do filé de barriga. As medidas ultra-sonográficas (altura, largura e área) das imagens de cada ponto foram correlacionadas com o peso dos cortes já citados. O ponto 3 apresentou as melhores correlações (0,91) entre rendimento de carcaça e a altura da musculatura mensurada através da imagem. Com esse trabalho foi possível demonstrar a viabilidade da utilização do ultra-som na avaliação do rendimento em surubins vivos.

Pesquisas avaliando o emprego da ultra-sonografia na sexagem e determinação do período de maturação gonadal têm sido desenvolvidas buscando estratégias para melhorar os índices reprodutivos ou buscando correlações entre a grau de maturação e o comportamento destes animais. Contudo, os peixes utilizados para estes estudos são, geralmente, oriundos de espécies de clima temperado como o salmão, a truta e o bacalhau. Os trabalhos com as espécies de interesse zootécnico de clima tropical, como o surubim, são necessários para melhorar os conhecimentos sobre as características e o potencial desses peixes

adaptados às nossas condições ambientais.

A detecção do estágio reprodutivo é fundamental para o início do protocolo de indução à desova em peixes de piracema, como o surubim. Até então as técnicas usualmente empregadas na identificação e seleção dos reprodutores se baseavam na visualização de caracteres externos como abaulamento da parede celomática e hiperemia do poro urogenital. Tais técnicas devido ao seu caráter subjetivo podem acarretar uma menor eficiência em programas de indução à desova. O emprego da ultra-sonografia para avaliação e detecção do estágio de maturação gonadal pode gerar melhorias nos índices reprodutivos em protocolos de desova induzida em peixes de piracema uma vez que pode possibilitar a identificação do momento exato de início do protocolo de indução causando um menor estresse nos reprodutores quando comparado às técnicas usualmente empregadas.

Em contraste com a inexistência de dados a respeito de peixes tropicais, a ultra-sonografia provou ser útil na determinação do sexo e na avaliação do desenvolvimento gonadal em salmão adulto (*Oncorhynchus kisutch*) a um mês do período de ovulação (Martin et al., 1983), para salmão do atlântico (*Salmo solar*) e truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) foi possível a avaliação 5 meses antes da ovulação (REIMERS et al.,1987).

BONAR et al. (1989) avaliaram a eficiência do uso de US na sexagem e determinação do desenvolvimento gonadal em Arenque (*Clupea harengus pallasii*). A técnica apresentou grande acurácia sendo que as fêmeas e os machos com gônadas pesando mais que 8,5 g e 2,5 g respectivamente foram sexados corretamente. Nos peixes com peso gonadal inferior aos citados não foi possível a sexagem com o US. Concluiu-se então que para determinadas espécies a sexagem e classificação do estágio reprodutivo só é possível mediante a um

desenvolvimento mínimo das gônadas.

BLYTHE et al. (1994) avaliaram a eficácia da técnica de US na sexagem, acompanhamento e determinação do status reprodutivo durante o período de um ano em perca (*Morone saxatilis*). A sexagem dos peixes adultos apresentou uma grande acurácia (95%) ao longo de todo o período. O status reprodutivo dos adultos foi determinado através de mensurações transversais do diâmetro das gônadas feitas pela ultra-sonografia. Foi encontrada alta correlação ($r= 0,92$) entre o diâmetro máximo dos ovários e o diâmetro dos oocistos, sendo que os melhores resultados para determinação do estágio de maturação foi obtido pelo tamanho total das gônadas quando comparado com o tamanho médio das gônadas mensurado com o US.

MATTSON (1991) avaliou a técnica de US para a sexagem e avaliação de gônadas de salmão (*Salmo salar* Linnaeus) concluindo que machos imaturos são difíceis de serem identificados enquanto as fêmeas adultas são fáceis de serem sexadas e classificadas. Quando comparadas as medidas de diâmetro das gônadas mensuradas por ultra-som com a mesma medida obtida por régua foram encontradas correlações de 0,926 para as fêmeas e 0,754 para os machos. Tal fato pode ser explicado pelo maior facilidade em visualização e mensuração dos ovários acarretando em medidas mais precisas ao longo do experimento.

KARLSEN e HOLM (1994) estudaram a eficácia da ultra-sonografia na sexagem de 788 bacalhaus (*Gadus morhua*) de diferentes idades (1 a 6 anos), concluindo que desde que os peixes tenham começado seu processo de aumento de volume e maturação das gônadas é possível a diferenciação entre os sexos. Assim como as demais espécies citadas (salmão, truta e Arenque) os ovários do bacalhau apareceram nas imagens de US com um aspecto granulado em tons de cinza claro sendo que a intensidade dos ecos não

foi constante. Os maiores ecos (mais ecogênico) foram mais evidentes imediatamente antes do momento da desova. Os testículos apareceram como estruturas escuras ou áreas cinza escuras.

As imagens ultra-sonográficas foram utilizadas para verificar sua aplicabilidade na sexagem e definição do estágio reprodutivo de *Hippoglossus hippoglossus*, *Pleuronectes americanus*, *Pleuronectes ferruginea* e *Melanogrammus aeglefinus* por MARTIN-ROBICHAUD e ROMMENS (2001). Os autores concluíram que para as fêmeas, tanto em maturação quanto as imaturas sexualmente, os ovários foram facilmente visualizados pelo ultra-som. Porém, para os machos, somente aqueles que estavam em processo final de maturação gonadal tiveram seus testículos identificados pelas imagens. Constataram-se ainda as possibilidades de definição do estágio reprodutivo para fêmeas de *M. aeglefinus* e dos ciclos ovarianos de *H. hippoglossus* através da ultra-sonografia.

As imagens ultra-sonográficas também, foram utilizadas na determinação do sexo e do estágio reprodutivo de machos e fêmeas de “catfish” vivos. BURTLE et al (2003) buscaram a sexagem precoce visando diminuição dos custos para os produtores, conseguindo taxas de sexagem significativas a partir dos 8 meses de idade. Verificou-se que essa técnica gerou economias na ordem de US\$ 5,00 por peixe quando esses foram selecionados logo após a fase de crescimento. Os autores ainda afirmam que essa técnica possibilita a determinação do momento em que as fêmeas estão mais fisiologicamente receptivas para a fertilização *in vitro* e hibridização.

Na Noruega, o uso prático da ultra-sonografia para diagnóstico de maturação gonadal, determinação de sexo e avaliação de órgãos internos é rotina nas pisciculturas comerciais tecnificadas (REIMERS et al, 1987). A importância e aplicabilidade dessa

técnica são reconhecidas em centros de pesquisa e desenvolvimento da aquacultura em todo mundo buscando o conhecimento

das características produtivas das espécies de interesse econômico o que leva a maior agilidade em programas de seleção.

3.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, S. Pesquisa da UFMS garante a preservação do pintado. *Jornal da Universidade, Campo Grande*, n. 46, p. 3-4, 1990.

ANTONIUTTI, D. M., NARAHARA, M. Y., ROMAGOSA, E. Reprodução induzida e custo operacional de produção de alevinos de curimatã *Prochilodus scrofa* (Steindachner, 1881). *Bol. Inst. Pesca* v.22, p.41-47, 1995.

AVAULT Jr., J.W. How to be successful in commercial aquaculture. *Aquac. Mag.*, v. 21, n. 4, p. 84-89, 1995.

BARBIERI, G., SANTOS, E.P. Análise comparativa do crescimento e de aspectos reprodutivos da piava, *Leporinus friderici* (Bloch, 1794) da represa do Lobo e do rio Mogi-Guaçu, estado de São Paulo. *Ciência e Cultura*, n.40, p.693-697, 1988.

BAZZOLI, N. Parâmetros reprodutivos dos peixes de interesse comercial na região de Pirapora. In: In: H.P, GODINHO e A.L. GODINHO (org). *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC Minas. p.291-306, 2003.

BEHR, E.R. Efeitos de diferentes dietas sobre a sobrevivência e crescimento das larvas de *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829) (Pisces: Pimelodidae). 1997. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1997.

BLYTHE, B.; HELFRICH, L.A.; BEAL W.E. et al. Determination of sex and maturational status of striped bass (*Morone saxatilis*) using electronic ultrasonic imaging.

Aquaculture., v. 125, n.1/2, p.175-184, 1994.

BONAR, S.A.; THOMAS, B.P; GILBERT, B.P. et al. Use of ultrasonic images for rapid no lethal determination of sex and maturity of Pacific Herring. *North Am. J. Fish. Manage.* v. 9, p. 364-366, 1989.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI,C.; SOARES, C. M.; et al. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. *R. Bras. Zootec.*, v. 30, n. 5, p.1391-1396, 2001.

BOSWORTH, B.G.; HOLLAND, M.; BRAZIL, B.L. Evaluation of ultrasound imagery and body shape to predict carcass and fillet yield in farm-raised catfish. *J. Anim. Sci.*, v.79, p.1483-1490, 2001.

BRAUN, U. Ultrasonography examination of the liver in cows. *Am. J. Vet. Res.*,v. 51, n. 10, p. 1522-1526, 1990.

BRITO, M.F.G. Reprodução do surubim *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829) (Pisces:Pimelodidae) do rio São Francisco, na região de Pirapora, Minas Gerais. Belo Horizonte. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. 2002. 50p. Dissertação (Mestrado em Zoologia de Vertebrados). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. 2002.

BRITSKI, H.A., SATO, Y., ROSA, A.B.S. Manual de identificação de peixes da região de Três Marias: com chave de identificação para os peixes da bacia do São Francisco. Brasília: Câmara dos Deputados/ Codevasf. 143 p. 1984

BRITSKI, H.A., SATO, Y., ROSA, A.B.S. Manual de identificação de peixes da região de Três Marias: com chave de identificação para os peixes da bacia do São Francisco. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 3ª ed., p.115, 1988.

BRUSCHI, F.L.F. *Rendimento, composição química e perfil de ácidos graxos de pescados e seus resíduos: uma comparação*. 2001. 65 f. Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Oceanografia, para obtenção do grau Oceanógrafo. Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Ciências Tecnológicas, da terra e do mar. Itajaí. Brasil.

BRZUSKA, E. Artificial spawning of the carp (*Cyprinus carpio* L); differences between the effects of reproduction in females of Hungarian and Polish provenance treated with carp pituitary and Ovopel. In: Book of Abstracts of 6th International Symposium on the Reproductive Physiology of Fish. Bergen, 1999. p-175., 1999a.

BRZUSKA, E. Artificial spawning of European catfish *Silurus glanis* L.: differences between propagation results after stimulation of ovulation with carp pituitary and Ovopel. *Aquaculture Research*, n.32, p. 11-19, 2001.

BRZUSKA, E., BIALOWAS, H. Artificial spawning of carp *Cyprinus carpio*. *Aquaculture research*. v.33, p.753-765, 2002.

BUITRAGO-SUÁREZ U.A., BURR, B.M. Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. *Zootaxa*. N. 1512 p.1-38, 2007.

BURGESS, W.E. An Atlas of Freshwater and Marine Catfishes: a Preliminary Survey of the Siluriformes. T. F. H Publications,

Neptune City, 784 pp. 1989.

BURKERT, D.B. et al. Desempenho do surubim (*Pseudoplatystoma* sp.) cultivado em tanques-rede durante um ano e alimentado com rações comerciais. In: URBINATI, E. C.; CYRINO, J. E. P. (Eds.). SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12., Goiânia, 2002. Anais... Goiânia: ABRAQ, p. 94, 2002.

BURTLE, G.J, NEWTON, G.L., LEWIS, G.W., JACOBS, J. Ultrasound for sex determination of catfish. Disponível em: <http://www.tifton.uga.edu/aquaculture/content/ultrasound.htm>. Acesso em: 08/08/2007.

CAMARGO, S.A.F., e PETRERE, M. Jr. Social and Financial aspects of the artisanal fisheries of Middle São Francisco River, Minas Gerais, Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, v.8, p.163-171, 2001.

CAMPAGNOLO, R., NUÑER, A.P.O. Sobrevivência e crescimento de larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans* (Pisces, Pimelodidae), em diferentes densidades de estocagem. *Acta Sci. Anim. Sci.* v. 28, n. 2, p. 231-237, 2006.

CAMPOS, J.L. The culture of pintado, *Pseudoplatystoma* spp. (Pimelodidae). In: WORLD AQUACULTURE, 2003, Salvador. Anais... Salvador: WAS, p. 150, 2003.

CARDOSO, E.L., ALVES, M.S.D, FERREITA, R.M.A, GODINHO, H.P. Embryogenesis of the neotropical freshwater Siluriforme *Pseudoplatystoma coruscans*. *Aquat. Living. Resour.* v.8, p.243-246, 1995.

CARRILLO, M.A.; RODRIGUEZ, H; VICTORIA, P. Fundamentos da Acuicultura Continental. 2ª Ed. Bogotá. INPA, p. 423, 2001.

- CARDOSO, D.M. Relação genitor-hipofisária e reprodução nos peixes, Arq. Inst. Biol. n.5, p.133-135, 1934.
- CAROSFELD, J., RAMOS, S. M., ORMANEZI, R. et al. Analysis of protocols for application of LHRH analog for induced final maturation and ovulation of female pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg 1887). Aquaculture, v. 74, n. 1-2, p. 41-8, 1988.
- CAROLSFELD, J. Reproductive physiology and induced breeding of fish as related to culture of Collossomas. In: Hernandez A. Cultivo de Collossoma. Bogotá: Editora Guadalupe, p.37-73, 1989.
- CAROLSFELD, J., HARVEY, B., ROSS, C., BAER, A. (eds). Migratory fishes of South America. World Fisheries Trust, Victoria, BC. 2003.
- CARVALHO, D.C, OLIVEIRA, D.A.O, SOUSA, A.B., et al. Diversidade genética de surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*), cachara (*P. fasciatum*) e do seu híbrido interespecífico. 1º Congresso Brasileiro de produção de peixes nativos de água doce. Anais. Mato Grosso do sul. 2007.
- CETEC – Fundação Centro Tecnológica de Minas Gerais. Diagnóstico Ambiental do estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: [s.n], 158p. 1983.
- CLEMENTS, S. Comparison of processing yield and nutrient composition of cultured tilapia and channel catfish. 1992. 20 f. Thesis (M.S.) Auburn University, Auburn.
- COELHO, S.R.C. Situação atual e perspectivas da indústria de rações para organismos aquáticos. In: CYRINO, J. E. P; KUBITZA, F. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES. 1., 1997, Piracicaba. Anais... Piracicaba: CBNA, 1997. p.102-116.
- COELHO, S.R.M., CYRINO, J.E.P. Custos na produção intensiva de surubins em gaiolas. Informações Econômicas, SP, v.36, n.4, p.7-14, 2006.
- COSTA, C.M.R., HERRMANN, G., MARTINS, C.S, LINS, L.V., e LAMAS, I.R (eds). Fundação Biodiversitas. Belo Horizonte. P 44-46. 1998.
- COSTA, A.P.R. Aspectos da biologia reprodutiva de fêmeas de piau-vermelho (*Leporinus copelandii*, Steindachner, 1875. Pisces: Anostomidae), na bacia do rio Baixo Paraíba do Sul (RJ). Campo dos Goytacazes. Universidade Estadual do Norte Fluminense. 1999. 113p. Tese. Universidade Estadual do Norte Fluminense. 1999.
- CREPALDI, D.V; MIRANDA, M.O.T; RIBEIRO, L.P; et al. Comparação do desempenho de surubim puro, *P. Coruscans* e o híbrido *P. Coruscans x P. Fasciatum* em 3 densidades de estocagem. In: World Aquaculture Society, 2003, Salvador. Anais... Salvador: World Aquaculture Society, 2003, p. 211(Resumo).
- CREPALDI, D.V. Avaliação da técnica de ultra-sonografia como indicador de rendimento de carcaça e biometria em surubim (*Pseudoplatystoma* spp.). Belo Horizonte. Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. 2004. 39p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. 2004.
- CURRY, M.X, TSUKAMOTO, R.Y. A utilização de LHRH-a (Gonadorrelina) na reprodução induzida do pacu, *Colossoma mitrei* em condições de campo. In: Poli CR, Souza DO, Piccinin IS, Nascimento PAM, Rodrigues JBR. (Ed.). Memórias do Simpósio Latino americano de Acuicultura, 6, 1988, Florianópolis, SC. Florianópolis: [s.n.], 1988. p.174. Resumo

- DONALDSON, E.M., HUNTER, G.M. Induced final maturation, ovulation, and spermiation. In: W.S. Hoar; D.J. Randall; E.M. Donaldson, editors. Fish physiology. New York: Academic Press, v.9, p.351-403, 1983.
- ECKMAN, R. Induced reproduction in *Brycon cf. erythropterus*. Aquaculture, v.38, p.379-382, 1984.
- EL-IBIARY, H.M., JOICE, J.A. Heritability of body size traits, dressing weight and lipid content in channel catfish. J. Anim. Sci., v. 47, n.1, p. 82-88, 1978.
- FAO. (2007). FAO Fisheries Department, Fishery Information, Data and Statistics Unit. Fishstat Plus: Universal software for fishery statistical time series. Aquaculture production: quantities 1950-2005, Aquaculture production: values 1984-2005; Capture production: 1950-2005; Vers. 2.30 (<http://www.fao.org>).
- FAO, 2007. Fish and fishery products. World apparent consumption statistics based on food balance sheets. Revision 8:1961–2003. FAO Fisheries Circular No. 821. Rome.
- FENERICH, N. A., GODINHO, H. M., BARKER, J. M. B. Sobre a ocorrência de ovulação de *Rhamdia hilarii*, *Pimelodus maculatus*, *Salminus maxillosus*, em laboratório. Ciência e Cultura 26; 344,1974.
- FERRAZ DE LIMA, J. A., CAROSFELD, J., RAMOS, S. M. et al. Uso de "Ovaprin" [Combinação de um antagonista da dopamina (domperidona) mais um análogo do hormônio liberador de gonadotropina de salmão (sGnRH-A na indução de desova do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) criado em cativeiro.) Boletim Técnico do CEPTA, v. 1., n. 2., p. 1-9, 1988.
- FISHER, A.V. A review of the technique of estimating the composition of livestock using the velocity of ultrasound. Comput Eletron. Agric., v.17, p.217-231,1997.
- FOWLER, H.W. Os peixes de água doce do Brasil. Arquivos de Zoologia. São Paulo, v.6, n.3, p.405-625, 1951.
- FUNDEP – Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa. Programa de ações e pesquisa para conservação e restauração de recursos pesqueiros de Minas Gerais. Belo Horizonte. Fundep, (relatório) 65 p. 2000.
- GHAEDIAN, R.; DECKER, A.E.; McCLEMENTS, D.J. Use of ultrasound to determine cod fillet composition. J. Food Sci., v. 62, n. 3, 1997.
- GHAEDIAN, R.; COUPLAND, J.N.; DECKER, E.A. et al. Ultrasonic determination of fish composition. *J.Food Eng.*, v. 35, p.323-337,1998.
- GJEDREM, T. Genetic variation in quantitative traits an selective breeding in fish and shellfish. Aquaculture, v. 33, n. 1/4, p. 51-72, 1983.
- GODDARD, P.J. General principles. In:_____. Veterinary ultrasonography. Cambridge: CAB. International. 1995. p. 1-19.
- GODINHO, H.P.; MIRANDA, M.O.T.; GODINHO, A.L.; et al. Pesca e biologia do surubim *Pseudoplatystoma coruscans* no rio São Francisco em Pirapora, MG. In: Reunião do grupo de avaliação técnica de Siluriformes do Brasil, 1, 1990, Pirassununga, SP: CEPTA/IBAMA, 9p, 1990.
- GODINHO, H.P.; MIRANDA, M.O.T.; GODINHO, A.L.; et al. Pesca e biologia do surubim *Pseudoplatystoma coruscans* no rio São Francisco. In: MIRANDA, M.O.T. (Org.). Surubim. Belo Horizonte: IBAMA,1997. p.27-42 (Coleção Meio

Ambiente, Série Estudos Pesca, 19).

GODINHO, H.P., VIEIRA, F. Ictiofauna do estado de Minas Gerais. In: Biodiversidade em Minas Gerais - Um atlas para sua conservação. Fundação Biodiversitas. Belo Horizonte.

GODINHO, A.L.; BRITO, M.F.G.; GODINHO, H.P. Evidências de colapso pesqueiro no médio São Francisco. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, 14, 2001, São Leopoldo. Anais... São Leopoldo, 2001. CD.

GODINHO, H.P. e GODINHO, A.L. Breve visão do São Francisco, p.15-24. In: H.P, GODINHO e A.L. GODINHO (org). Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte: PUC Minas, 458p. 2003.

GODINHO, A.L., KYNARD, B., GODINHO, H.P. Migration and spawning of female surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*, Pimelodidae) in the São Francisco river, Brazil. Environmental Biology of Fishes, 2007. Original Paper. Environ Biol Fish. DOI 10.1007/s 10641-006-9141-1.

GOOS, H. J. Th., JOY, K. P., de LEEUW, R. et al. The effect of luteinizing hormone - releasing hormone analogue (LHRHa) in combination with different drugs with anti-dopamine and anti-serotonin properties on gonadotropin release and ovulation in the african catfish, *Clarias gariepinus*. Aquaculture, v. 63, n. 1-4, p.143-156, 1987.

GREINER, S. P.; ROUSE, G. H.; WILSON, D. E. et al. The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. J. Anim. Sci., v. 81, p. 676-682, 2003.

GRIFFIN, P.G.; GINTHER, O.J. Research applications of ultrasonic imaging in

reproductive biology. J. Anim. Sci. v., 70, p. 953-972, 1992.

GUMPENBERGER, M.; HOCHWARTNER MAG, O.; LOUPAL, G. Vet. Rad. Ultrasound, v. 45, n. 2, p. 139-142, 2004.

HAFSTEINSSON, H.; PARKER, K.; CHIVERS, R. et al. Application of ultrasonic waves to detect seal worms in fish tissue. J. Food Sci., v. 54, p.244-247, 1989.

HARVEY, B., CAROLSFELD, J. Induced breeding in tropical fish culture. Ottawa: IDRC, p.144, 1993.

HERRING, W. O.; WILLIAMS, S. E.; BERTRAND, J. K., et al. Comparison of live and carcass equations predicting percentage of cutability, retail product weight, and trimmable fat in beef cattle. J. Anim. Sci., v. 72, p.1107-1118, 1994.

HORVÁTH, L., SZABÓ, T., BURKE J. Hatchery testing of GnRH analogue-containing pellets on ovulation in four cyprinid species. Polish Archives of Hydrobiology . v.44., p. 221-226., 1997.

HORVÁTH, L. e SZABÓ, T. Hatchery testing of GnRH analogue-containing pellets on ovulation in different fish species. In: Proceedings of the International Conference on Fish Reproduction. 1996. Česke Budějovice, Czech Republic. Abstract book., p. 53.,1996.

IBAMA- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-Diretoria de Fauna e Recursos Pesqueiros. Estatística da Pesca, 2005-Grandes regiões e unidades da federação. Brasília. 147 p. Brasília, 2007.

IHERING, R.Von., AZEVEDO, P. A curimatã dos açudes nordestinos (*Prochilodus argenteus*). Arq. Inst. Biol. São Paulo. n.5, p.143-184, 1934.

- IHERING, R. Von, AZEVEDO, P.A desova e a hipofiseação dos peixes. Evolução de dois Nematognathas. Arch. Inst. Biol. v.7, p.107-18, 1936.
- IHERING, R.VON. A method do induce fish to spawn. *Prog. Fish.Cult.*, v.34, p.15-16, 1937.
- INOUE, L.A.K.A., CECCARELLI, P.S., SENHORINI, J.A. A Larvicultura e a Alevinagem do Pintado e do Cachara. *Panorama da aquicultura*, p.13-21. v.74, 2002.
- KARLSEN, O.; HOLM, J.C. Ultrasonography, a non-invasiva method for sex determination in cod (*Gadus morhua*). *J.Fish Biol.* v. 44, n. 6, p. 965-971, 1994.
- KUBITZA, F.; CAMPOS, J.L.; BRUM, J.A. 1988 Produção intensiva de surubins no Projeto Pacu Ltda e Água Peixe Ltda. In: AQUICULTURA BRASIL'98, Recife, 1988. Anais... Recife, p. 393-407, 1988.
- KUBITZA, F., CAMPOS J.L, BRUM, J.A. " Surubim: Produção Intensiva no Projeto Pacu Ltda. e Agropeixe Ltda". *Panorama da aquicultura*, p.25-32, v.49, 1998.
- KUBITZA, F. "O mar está pra peixe... pra peixe cultivado". *Panorama da aquicultura*, p.14-23, v.100, 2007.
- KUCHARCZYK, D. e SZABOÂ, T. Ovipel - new hormonal substance for stimulating of reproduction in Cyprinidae. In: Proceedings of the First Polish Conference of Breeders and Producers of Rheophilic Cyprinid Fish. Brwinów.1998, p. 65-68., 1998.
- KUNKEL, L.H., FLORES, S. Estructura histológico de los ovaries de *Pseudoplatystoma coruscans* (AGASSIZ, 1829) Pimelodidae: Siluriformes. *Boletim do Instituto de Pesca.* v.23, p.1-216, 1996.
- LAM, T. J. Applications of endocrinology to fish culture. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, v. 39, p. 111-137, 1982.
- LEONARDO, A.F.G. Indução à Maturação Final, Ovulação e Fertilização do Cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum*, em cativeiro. Jaboticabal. Centro de Aqüicultura da UNESP - Campus de Jaboticabal. 2003. 41p. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura.). Centro de Aqüicultura da UNESP. 2003.
- LINS, L.V., MACHADO, A.B.N., COSTA, C.M.R., HERMANN, G. Roteiro metodológico para elaboração de listas de espécies ameaçadas de extinção: contendo a lista oficial da fauna ameaçada de Minas Gerais. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 55 p. 1997.
- LIRANÇO, A. D. S; ROMAGOSA, E. Efeito de dois sistemas de criação, tanque-Rede e viveiro escavado, no desenvolvimento produtivo do pintado, *Pseudoplatystoma coruscans* (Spix & Agassiz, 1829) (Siluriformes: Pimelodidae). In: ENCONTRO BRASILEIRO DE BIOLOGIA, 15., 2005, Campo Grande, MS. p. 109, 2005.
- LOVE, N.E.; LEWBART, G.A. Pet radiography: Technique and case history reports. *Vet. Radiol. Ultrasound.* v. 38, n. 1, p. 24-29, 1997.
- LUTZ, A.; MACHADO, A Viagem pelo rio São Francisco e por alguns dos seus afluentes entre Pirapora e Joazeiro. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, v.7, n.1, p. 1-50, 1915.
- MARQUES, E.E. Biologia reprodutiva, alimentação natural e dinâmica da nutrição do pintado *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829) (Osteichthyes, Pimelodidae) no alto rio Paraná. Curitiba. Universidade Federal do Paraná, 104 p. (Dissertação Mestrado. Universidade Federal do Paraná). 1993.

- MARTIN, R.M.; MYERS, J. SOWER, S.A. et al. Ultrasonic imaging, a potential tool for sex determination of live fish. *North Am. J. Fish. Manage.* v. 3, n.3, p.258-264, 1983.
- MARTIN-ROBICHAUD, D.J., ROMMENS, M. Assessment of sex and evaluation of ovarian maturation of fish using ultrasonography. *Aquaculture Research*, v.32, p.113-120, 2001.
- MATTSON, N.S. A new method to determine sex and gonad size in live fish by using ultrasonography. *J. Fish Biol.*, v. 39, n. 5, p. 673-677, 1991.
- MCCLEMENTS, D.J. Advances in the application of ultrasound in food analysis and processing. *Food Sci. Thec.* v.6, p. 293-299, 1995.
- MÉNDEZ, A., RODRIGUEZ, J.A. Reproducción inducida en cachama (*Piaractus brachipomus* Cuvier) con buserrelina (Conceptal). *Siall*, v.6, p.7-11, 1989.
- MIRANDA, M.O.T.; RIBEIRO, L. P. Características zootécnicas do surubim *Pseudoplatystoma coruscans*. In: MIRANDA, M.O.T. (Org.). *Surubim*. Belo Horizonte: IBAMA,1997. p.43-56 (Coleção Meio Ambiente, Série Estudos Pesca, 19).
- MORKRAMER, S., HORSTGENSCHWARK, G., LANGHOLZ,H.J. Comparison of different European rainbow trout populations under intensive production conditions. *Aquac.*, v. 44, n. 4, p. 303-320, 1985.
- MUGNIER, C., GUENNOC, M., LEBEGUE, E., FOSTIER, A., BRETON, B. Induction of synchronization of spawning in cultivated turbot (*Scophthalmus maximus* L.) broodstock by implantation of a sustained-release GnRH-a pellet. *Aquaculture*. v.18, p.241-255, 2000.
- NAGAHAMA, Y. The funcional morphology of teleosts gonads. In: HOAR, W. S., RANDALL, D. J., DONALDSON, E. M., (eds). *Fish Physiology*. Academic Press, London. v. 9 A, p. 223–264, 1983.
- NEIRA, R.; Lhorenteb, J.P.; ARANEDAA, C. DÍ AZA, N.; et al. Studies on carcass quality traits in two populations of Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*): phenotypic and genetic parameters. *Aquacult.* 2004 (Article in press) www.elsevier.com/locate/aqua-online. Acesso em 05/07/2007.
- NWADUKWE, F.O. Inducing oocyte maturation, ovulation and spawning in the African catfish, *Hetrobranchus longifilis* Valenciennes (Pisces: Claridae), using frog pituitary extract. *Aquacult Fish Man*, v.24, p.625-630, 1993.
- PÉREZ, P.P.P., BOCANEGRA, F.A., ORB, R.I. Reproducción inducida de la doncella *Pseudoplatystoma fasciatum* y desarrollo embrionario – larval. *Folia Amazónica*. v.12, n.1-2, p.141-154, 2001.
- PETER, R.E. The brain and neurohormones in teleost reproduction. In: Hoar WS, Ran DJ, Donaldson EM (Ed.), *Fish physiology*. New York: Academic Press, v.9, pt.A, p.97-136, 1983.
- PETER, R. E., LIN. H. R., Van der KRAAK, G. Induced ovulation and spawning of cultured freshwater fish in China; advances in application of GnRH analogues and dopamine antagonists. *Aquaculture*, v. 74, n. 1-2, p. 1-10, 1987.
- PETRERE, M. River Fisheries in Brazil: a review. *Regulated Rivers: Research and Management*. V. 4, p. 1-16. 1989.
- PETRERE JR, M. 1995 A pesca de água doce no Brasil. *Ciência Hoje*, 19 (110): 28-33.

- REAY, P.J. Reproductive tactics: a non-event in aquaculture? In: POTTS, G.W, WOOTTON, R.J. (eds). Fish reproduction strategies and tactics. London: Academic Press, p.291-309, 1984.
- REID, S. La biología de los bagres rayados *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P.tigrinus* en la cuenca del Rio Apure, Venezuela. Revista Unellez Cienc.Tecnol, v.1, n. 1, p.13 - 41, 1983.
- REIMERS, E.; LANDMARK, P.; SORSDAL, T. et al. Determination of salmonids' sex maturation and size: an ultrasound and photocell approach. Aquac.Mag., v.13, p.41-44, 1987.
- REPRODUÇÃO induzida do surubim da bacia do São Francisco. Tempo de Pescar, Brasília, ano II, n. 16, 1988.
- RESENDE, E.K.; CATELLA, A.C.; NASCIMENTO, F.L.; PALMEIRAS, S.S.; PEREIRA, R.A.C.; LIMA, M.S.; ALMEIDA, V.L.L. 1995 Biología do curimatá (*Prochilodus lineatus*), pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) e cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) na bacia hidrográfica do rio Miranda, Pantanal do Mato Grosso do Sul. Corumbá, MS: EMBRAPA - CPAP, 1995. 75 p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 02).
- REYES, A.O., HUQ, M. F. Algunos aspectos reproductivos del bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* Linnaeus, 1766 (Pisces: Pimelodidae) en la Laguna Grande, Maturin, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. v. 29, p.133-140, 1990.
- RIBEIRO, L. P. Implicações práticas de reprodução em piscicultura. In: Simpósio Nacional De Reprodução Animal, v. 1983, Belo Horizonte. Anais do... Belo Horizonte: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal.
- RIBEIRO, L. P., BERNARDINO, G., MENDONÇA, J. O. J. et al. Ovulação induzida do pacu, *Colossoma mitrei*, com hormônio liberador de gonadotropina. In: Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 4., 1986, Cuiabá. Anais do...Cuiabá: Associação Brasileira de Aquicultura.
- RIBEIRO, L.P; MIRANDA, M.O.T; MURATORI, M.C.S; et al. Unidade de pesquisa e demonstração tecnológica em aquicultura. Belo Horizonte: Departamento de Zootecnia, EV/UFMG, 1996. 72p. (projeto de pesquisa apresentado a FAPEMIG).
- RIBEIRO, L.P.; MIRANDA, M.O.T. Rendimento de processamento do surubim *Pseudoplatystoma coruscans*. In: MIRANDA, M.O.T. (Ed.) Surubim. Belo Horizonte: IBAMA (Coleção Meio Ambiente, Série Estudos da Pesca, 19), p.101-111, 1997.
- RIZZO, E., RIBEIRO, D.M., BAZZOLI, N., DABÉS, A.C., MAGALHÃES, A.L., ANDRADE, R.F. Final oocyte maturation and fertilization in pacu *Piaractus mesopotamicus* (Pisces: Characidae) and curimatá *Prochilodus scrofa* (Pisces: Prochilodontidae) submitted do hypophysation. Braz. J. Morphol. Sci. n.14, v.1, p.13-18, 1997.
- RIZZO, E., GODINHO, H.P. Superfície de ovos de peixes Characiformes e Siluriformes. . In: H.P, GODINHO e A.L. GODINHO (org). Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte: PUC Minas, p.115-132, 2003.
- ROCHA, Y.R.; AGUIAR, J.P.L.; MARINHO, H.A.; SHRIMPTON, R. Aspectos nutritivos de alguns peixes da Amazônia, ACTA Amazônica, v. 12, n. 4, p. 787-794, 1982.
- ROMAGOSA, E., PAIVA, P., GODINHO, H. M. Pattern of oocyte diameter frequency

- distribution in females of the pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (*Colossoma mitrei* Berg, 1895) induced to spawn. *Aquaculture* v.86, p.105-110, 1990.
- ROMAGOSA, E., PAIVA, P., ANDRADE-TALMELLI, E.F., GODINHO, H.M. Biologia reprodutiva de fêmeas de cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum* (teleostei, siluriformes, pimelodidae), mantidas em cativeiro. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, v.29, n.2, p.151 - 159, 2003.
- ROSA, R.S., MENEZES, N.A. Relação preliminar das espécies de peixes (Pisces, Elasmobranchii, Actinopterygii) ameaças no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. V.13, n.3, p.647-667, 1996.
- SATO, Y., CARDOSO, E. L., AMORIM, J.C.C. Peixes das lagoas marginais do São Francisco a montante da represa de Três Marias (Minas Gerais). Brasília: Codevasf, 42 p. 1987.
- SATO, Y., CARDOSO, E. L., SALLUM, W. B. Reprodução induzida do surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) da bacia do São Francisco. In: Encontro Anual de Aquicultura De Minas Gerais, 6. Belo Horizonte. Resumos do... Belo Horizonte: Associação Mineira de Aquicultura. p. 20. 1988.
- SATO, Y. Reprodução artificial de peixes na bacia do rio São Francisco. In: Congresso Brasileiro de Reprodução Animal, 8., Belo Horizonte. Palestras do... Belo Horizonte: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. p. 56-61. 1989.
- SATO, Y., CARDOSO, E. L., SALLUM, W. B., GODINHO H.P. Indução experimental do surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*). In: MIRANDA M.O.T. (org.). Surubim. Belo Horizonte: IBAMA. (Coleção Meio Ambiente, Série Estudos da Pesca, 19), p. 69-79, 1997.
- SATO, Y. Reprodução de peixes da bacia do rio São Francisco: Indução e caracterização de padrões. Tese (Doutorado). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP. 179 p.1999.
- SATO, Y., GODINHO, H.P. Migratory fishes of the São Francisco River. In: Carolsfeld J, Harvey B, Ross C, BaerA(eds) Migratory fishes of South America. World Fisheries Trust, Victoria, BC, Canada, p. 195–231, 2003.
- SATO, Y., FENERICH-VERANI, N., GODINHO, H.P. Reprodução induzida de peixes da Bacia do São Francisco. In: GODINHO E GODINHO (org.). Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte: PUC Minas, p. 274-290, 2003.
- SCORVO FILHO, J. D., MARTIN, N. B., AYROZA, L. M. S. Piscicultura em São Paulo: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra 1996/97. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 28, n. 3, p.41-62,1998.
- SHIREMAN, J.V., SMITH, C.R. Synopsis of biological data on the grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Cuvier and Valenciennes, 1844). Rome: FAO, 1983. 86p. (FAO Fisheries Synopsis, 135).
- SMITH, R.R., KINCAID, H.L., REGENTEIN, J.M; et al. Growth carcass composition, and taste of rainbow trout of different strains fed diets containing primarily plant or animal protein. *Aquac*, v.70, n. 4, p. 309-321, 1988.
- SOUSA, A.D.L. Efeito dos sistemas de criação semi-intensivo (viveiro escavado) e intensivo (tanque-rede) no desenvolvimento produtivo do pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (spix & agassiz, 1829) (Siluriformes: pimelodidae). Jaboticabal.

- Centro de Aqüicultura da UNESP – Campus de Jaboticabal. 2005. 29p. Dissertação (mestrado em Aqüicultura). Centro de Aqüicultura da UNESP – Campus de Jaboticabal. São Paulo – Brasil, 2005.
- SOUZA, E.D., STREIT JR, D.P., MORAES, G.V., RICARDO, P.R., POVH, J.A., CARDOZO, R.M., LUPCHINSKI Jr. E., SAKAGUTI, E.S., MENDEZ, L.D.V. Extratos de hipófise de frango e coelho na indução reprodutiva da carpa comum (*Cyprinus carpio*). Acta Scientiarum. Animal Sciences. Maringá, v. 25, n.1, p. 99-107, 2003.
- SOUZA, M. L. R.; FURUYA, W.M.; PINTO, A.A.; et al. Estudo da carcaça do bagre africano (*Clarias gariepinus*) em diferentes categorias de peso. Acta Scientiarum, v. 21, n. 3, p. 637-644, 1999.
- SOUZA, M. L. R. Comparação de seis métodos de filetagem, em relação ao rendimento de filé e de subprodutos do processamento da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) R. Bras. Zootec., v. 31, n. 3, p. 1076-1084, 2002.
- STREIT Jr, D.P. Extrato de hipófise de frango e de coelho como indutores gonadais de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) macho e fêmea, em comparação com o extrato de hipófise de carpa. 2002. 36f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.
- SUVANICH, V.; GHAEDIAN, R.; CHANAMAI, R.; et al. Prediction of proximate fish composition from ultrasonic properties: Catfish, cod, flounder, mackerel and salmon. J. Food Sci., v. 63, n. 6, p. 966-968, 1998.
- TAYLOR, F.G.R.; HILLYER, M.H. Diagnostic techniques in equine medicine. Philadelphia: W. B. Saunders. 1997. 348 p.
- TELES, M.E.O., GODINHO, H.P. Ciclo reprodutivo da pirambeba *Sertrasalmus brandtii* (Teleostei: Characidae) na represa de Três Marias, Rio São Francisco. *Revista Brasileira de Biologia*. v.57, p.177-184, 1997.
- THEODORO, A.C.M.; CORREA FILHO, R.A.C. Efeito de duas classes de peso e de sexo sobre os rendimentos do processamento de surubins (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41. Campo Grande, 19 a 22 de julho de 2004. Anais... (recurso eletrônico). Campo Grande: SBZ: EMBRAPA Gado de Corte, 2004.
- THOMAS, P., BOYD, N. W. Dietary administration of an LHRH analogue induces spawning of spotted sea trout (*Cynoscion nebulosus*). *Aquaculture*, v. 80, n. 3-4, p.363-70, 1989.
- TURRA, E.M. Desempenho do Surubim *Pseudoplatystoma* spp sob diferentes densidades de estocagem. Dissertação (mestrado) – Belo Horizonte. Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. 2000. 31p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. 2000.
- VALDERRAMA, M.B.; ZARATE, M.V.; VERA, G.V.; MORENO, C.Z.; CARABALLO, C.Z.; MARTINEZ, R J.R. Determinacion de la talla media de madurez y analisis de la problematica com referencia a las tallas medias de captura del bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) Linnaeus 1766 (Pisces: Pimelodidae) en la cuenca del rio Magdalena, Colombia. Trianea. *Act. Cient. Tecn.* v.2, p.537-549, 1988.
- VERANI, J.R., SATO, Y., FENERICH-VERANI, N., VIEIRA, L.J.S. Avaliação de fêmeas de espécies icticas aptas a indução reprodutiva: criterio embasado no fator de condição relativo. In: Seminario Regional de

- Ecologia, 8, Sao Carlos. Anais... UFSCar, Sao Carlos, pp. 323-332, v.3, 1997.
- VAZZOLER, A.E.A.M. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. NUPÉLIA. Maringá: EDUEM, 169 p. 1996.
- VAZZOLER, A.E.A.M., MENEZES, N.A. Síntese de conhecimento sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). *Rev. Brasil. Biol.*, v.52, n.4, p.627-640, 1992.
- WELCOMME, R.L. 1985. River Fisheries. Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO, Roma, 330p. (FAO Fisheries Technical Papers, 262).
- WILLIAMS, R. E.; BERTRAND, J. K.; WILLIAMS, S. E. et al. Biceps femoris and rump fat as additional ultrasound measurements for predicting retail product and trimmable fat in beef carcasses. *J. Anim. Sci.*, v.75, p. 7–13, 1997.
- WOYNAROVICH, E. Induction of ovulation using different GnR (GnR) hormones. In: Proceedings of Scientific Conference on Fish Reproduction. 1992. Vodňany, p. 10-20.1992.
- WOYNAROVICH, E., HORVÁTH, L. A propagação artificial de peixes de águas tropicais: manual de extensão. Brasília: FAO/CODEVASF/CNPq, 1983.
- ZANIBONI-FILHO E, BARBOSA N.D.C. Priming hormone administration to induce spawning of some Brazilian migratory fish. *Rev Bras Biol*, v.56, p.655-659, 1996.
- ZANIBONI-FILHO E, WEINGARTNER, M. Técnicas de indução da reprodução de peixes migradores. *Rev. Bras. Reprod. Anim.* Belo Horizonte, v.31, n.3, p.367-373, jul./set. 2007.
- ZOHAR, Y. Endocrinology and fish farming: aspects in reproduction, growth, and smoltification. *Fish Physiol Biochem*, v.7, p.395-405, 1989.
- ZOHAR, Y., MYLONAS, C.C. Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormones to genes. *Aquaculture*, v.197, p.99–136, 2001.

CAPÍTULO 1

VALIDAÇÃO DA TÉCNICA DE ULTRA-SONOGRAFIA PARA A SEXAGEM E CLASSIFICAÇÃO DO ESTÁDIO REPRODUTIVO EM SURUBINS (*Pseudoplatystoma coruscans*)

RESUMO

Com esse trabalho objetivou-se criar parâmetros para a avaliação dos diferentes estádios de maturação gonadal, através da ultra-sonografia, durante todo o período reprodutivo, visando melhorar a detecção do momento ideal para iniciar-se os protocolos de reprodução induzida de surubins. Foram avaliados 176 surubins com peso entre 2 e 46,2 kg (*P. coruscans*), capturados no médio São Francisco entre os anos de 2004 e 2006. No primeiro ano de captura procurou-se criar parâmetros para identificação das gônadas e demais estruturas internas. Na segunda etapa, a classificação das imagens ultra-sonográficas foi anotada e correlacionada com as classificações macro e microscópica dos ovários. A igualdade na proporção esperada de machos e fêmeas foi observada. A acurácia na identificação do estágio final de maturação foi de 100%, e de 94,6 % nos peixes em repouso reprodutivo. A identificação das gônadas imaturas ou em repouso reprodutivo foi de difícil execução, tanto pelas características das mesmas quanto pelas condições de campo da pesquisa. Não foi possível sexar os peixes quando esses eram jovens ou em repouso reprodutivo, contudo, em fases avançadas de maturação é possível identificar as fêmeas e definir os machos por exclusão. A obtenção das imagens com os peixes imersos em água elimina qualquer interferência do ar nas mesmas melhorando significativamente sua qualidade. A possibilidade de se obter imagens das gônadas em tempo real permite, com maior eficiência, a detecção do momento exato de aplicação do hormônio em protocolos de indução à desova o que pode gerar nos índices produtivos dessa espécie.

Palavras-chave: *Pseudoplatystoma*, reprodução, surubim, ultra-som.

ABSTRACT

*The aim of this work was to create parameters for the evaluation of different gonadal maturation status during all the reproductive period, through the ultrasound, aiming the improvements in the detection of the ideal time to initiate the induced reproduction protocols. 176 surubins (*P. coruscans*) weighting between 2 and 46.2 kg had been evaluated. The fish were captured in the medium San Francisco river between 2004 and 2006. In the first year, gonadal identification parameters were created and internal structures had been recognized by the ultrasound. In the second stage, the ultrasound images classification was written down and correlated with the micro and macroscopicall ovary classifications. The equality in the males and females ratio was observed. The accuracy identification of the final maturation status was 100%, and 94.6 % in the fish in reproductive rest. The gonadal identification in immature or in reproductive rest status was difficult, as such for the characteristics of the same ones how much for the field research conditions. It was not possible to sex fish when those were young or in*

reproductive rest, however, in advanced phases of maturation it is possible to identify the females and to define the males for deduction. The under water images make possible to eliminate any interference of air in the quality of the same ones. The possibility of making gonadal evaluations in real time allows, with higher efficiency, the detection of the corrected moment to initiate reproduction induction protocols.

Key words: *Pseudoplatystoma, reproduction, ultrasound, spotted catfish*

INTRODUÇÃO

O surubim não apresenta dimorfismo sexual, tornando difícil sua sexagem e a definição do estágio de maturação das gônadas, o que acarreta em menor precisão na técnica de reprodução induzida, tornando-se necessário a adoção de uma técnica confiável, prática não invasiva e não letal para determinação do sexo e do estágio de desenvolvimento gonadal.

A capacidade de seleção de peixes sexualmente maduros é vital para o sucesso do processo de indução da maturação final e desova, sendo considerada a etapa mais importante para o sucesso na reprodução induzida (ZANIBONI FILHO e WEINGARTNER, 2007).

Existem várias técnicas para análise do desenvolvimento e estágio de maturação gonadal de peixes como: biópsias de ovários, visualização macroscópica, dosagens hormonais, canulação urogenital, análise lipofosfoprotéica do plasma, concentração vitelogenética, métodos de imuno-aglutinação e radioensaio dos níveis de esteróides no sangue.

A maioria dessas técnicas são invasivas prejudicando a saúde e a desempenho reprodutivo, não sendo utilizadas comumente na piscicultura. Elas geram um grande estresse nos reprodutores do plantel, introduzindo patógenos e inibindo a ovulação, sendo ainda métodos ineficientes ao longo do ano, particularmente quando os

peixes não estão em período reprodutivo (BLYTHE et al, 1994), além dos custos inerentes e da demora na obtenção dos resultados para tomada de decisões, o que não permite a rápida escolha de animais aptos para a indução de desova.

A avaliação macroscópica, apesar de ser uma técnica que fornece resultados imediatos, depende da subjetividade de cada pesquisador na classificação (COSTA,1999). Embora subjetiva é utilizada, podendo ser associada as avaliações do índice gonadossomático e da histologia.

Pelo método tradicionalmente empregado na avaliação reprodutiva, procura-se identificar abaulamento e flacidez da parede celomática, aumento e hiperemia do poro urogenital entre outras características visuais, sendo todas subjetivas. Além disso, a variação entre indivíduos para essas características externas é acentuada. Falhas na detecção deste momento levam a prejuízos ao produtor devido ao uso inadequado de hormônios e menores índices reprodutivos.

A ultra-sonografia por ser uma técnica não invasiva pode ser empregada em animais vivos causando estresse mínimo (CREPALDI, 2004) o que permite a otimização da detecção do melhor momento de indução à desova, sem acarretar em perda de reprodutores por infecções secundárias, além de permitir a tomada de decisões em tempo real. Outro aspecto importante da ultra-sonografia, é que ela permite trabalhar

a reprodução de espécies ameaçadas de extinção sem a necessidade de sacrifício desses animais.

A possibilidade de se obter imagens das gônadas em tempo real permite, com maior eficiência, a detecção do momento exato de aplicação do hormônio em protocolos de desova induzida. Isso é possível uma vez estipulados os parâmetros de comparação entre as imagens de ultra-som das gônadas e a fase de maturação em que se encontram. Com a melhor detecção do momento de indução, espera-se otimizar a utilização dos reprodutores, dos hormônios e da mão de obra envolvidos nesse procedimento, aumentando a eficiência econômica na reprodução de surubins. Além disso, a descoberta precoce do status reprodutivo dos peixes traz outras vantagens como melhoria nos índices de produção de larvas, ajustes do manejo nutricional para os peixes selecionados e controle de vendas dos peixes em desenvolvimento gonadal uma vez que as gônadas podem chegar a ocupar 75% do volume da cavidade celomática quando maduras, representando menor rendimento de carcaça desses peixes que irão atingir menores preços na indústria (MATTSON, 1991).

O trabalho proposto com surubins (*Pseudoplatystoma* spp.) é inédito, uma vez que pesquisas em diagnóstico por imagem ainda não foram efetuadas nesta espécie. As informações, ainda que precárias, quanto ao uso desta técnica foram resgatadas de trabalhos com outros Siluriformes como o “catfish” (*Silurus glanis* L) (BRZUSKA., 2001).

Dados parciais obtidos por CREPALDI et al. (2004), demonstraram a viabilidade da utilização desta técnica para avaliação do rendimento e qualidade da carcaça de surubins vivos e imersos em água através da técnica desenvolvida pelo Setor de Aquicultura da Escola de Veterinária da UFMG. Nesse experimento foi identificada

a possibilidade da utilização desta técnica para a sexagem e acompanhamento do desenvolvimento gonadal em surubins. Entretanto, se faz necessário o desenvolvimento de padrões de avaliação das imagens geradas para a aplicação da técnica em protocolos de reprodução induzida.

Objetivou-se com a realização deste trabalho criar parâmetros para avaliação e identificação dos diferentes estádios de maturação gonadal do surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) através da ultra-sonografia.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na região do Médio São Francisco próximo à cidade de São Francisco-MG, em um trecho de aproximadamente 10 km de rio (15° 47' 06,31" S; 44° 43' 55,20" O). O local foi escolhido por ser um trecho de rio sem barramentos e por ainda existirem algumas lagoas marginais na região, o que possibilita encontrarem-se populações de surubins (*P. coruscans*) puras.

Utilizou-se uma equipe de cerca de 12 pescadores profissionais em todas as expedições, capturando-se por rede de arrasto, caçeia (Fig.19) e anzóis de espera, 176 exemplares de surubins no período de outubro de 2004 a outubro de 2006. O peso dos peixes variou entre 2 e 46,2 kg, sendo 97 fêmeas e 79 machos.

O trabalho foi efetuado em 12 expedições, de aproximadamente sete dias cada, realizadas durante os dois anos. (Tabela 7). Buscou-se concentrar o maior número de viagens dentro do período de piracema a fim de avaliar-se a fase final da vitelogênese nesses peixes, contudo, houve coleta de dados em meses de repouso reprodutivo visando caracterizar, com as imagens ultra-

sonográficas, todas as fases de desenvolvimento gonadal.



Fig. 19: Captura de surubins com rede tipo caceia
Foto: Daniel Crepaldi

No primeiro ano, foram analisados 102 peixes no intuito de criar parâmetros para identificação das gônadas e demais estruturas internas. No ano seguinte fez-se a avaliação do grau de acerto na classificação do estágio reprodutivo pelo ultra-som em outros 74 animais.

Tabela 7: Data das expedições e número de peixes coletados durante o experimento

Expedição	Data	Nº de peixes coletados
Ano 1		
1	Outubro de 2004	21
2	Novembro de 2004	38
3	Dezembro de 2004	10
4	Janeiro de 2005	0
5	Fevereiro de 2005	2
6	Abril de 2005	9
7	Maio de 2005	22
Ano 2		
8	Outubro de 2005	12
9	Novembro de 2005	16
10	Janeiro de 2006	8
11	Junho de 2006	16
12	Outubro de 2006	22
Total		176

ANO 1 – Definição de parâmetros para reconhecimento das gônadas pelo ultra-som

No primeiro ano do projeto, capturaram-se 102 exemplares de surubim (48 machos e 54 fêmeas) em sete expedições. O período de coleta compreendeu tanto a época de atividade reprodutiva quanto a de repouso.

O objetivo dessa etapa foi criar parâmetros de visualização das gônadas e demais órgãos do surubim através da ultra-sonografia, comparando-se as imagens geradas com a visualização macroscópica das estruturas após dissecação e confirmando o estágio de maturação pela histologia.

Os peixes após coletados, eram levados imediatamente ao acampamento de apoio (Figura 20). Contudo, o tempo até a chegada ao acampamento e os petrechos utilizados na captura, faziam com que, de uma maneira geral, os animais chegassem mortos ou com estado de saúde comprometido.



Fig. 20: Chegada dos peixes ao acampamento de apoio
Foto: Daniel Crepaldi

Cada exemplar foi pesado e mensurado para comprimento total (CT) e comprimento padrão (CP) (Figura 21).

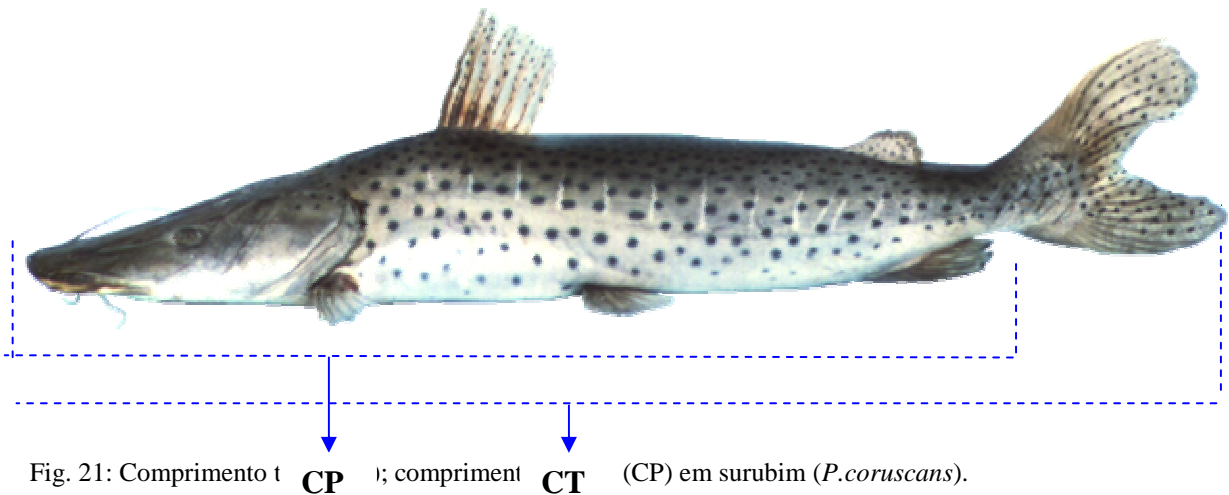


Fig. 21: Comprimento total (CT); comprimento padrão (CP) em surubim (*P. coruscans*).

Utilizou-se um dinamômetro com precisão de 100 gramas na obtenção do peso total (PT), sendo esse caracterizado pelo peso do peixe depois de retirado o excesso de água. O CT foi obtido com fita métrica com precisão de 1 milímetro sendo caracterizado pela mensuração da extremidade anterior do focinho à extremidade da nadadeira caudal e o comprimento padrão, compreendido entre a extremidade anterior do focinho e o menor perímetro do pedúnculo caudal (Figura 22).

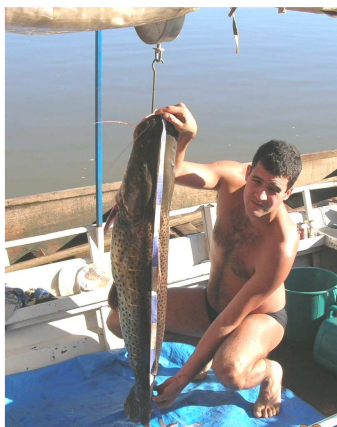


Fig. 22: Pesagem e mensuração de comprimento total e padrão
Foto: Daniel Crepaldi

As imagens ultra-sonográficas foram efetuadas transversalmente à cavidade

celomática com o peixe dentro do próprio rio, mantendo-se o equipamento de ultrassom dentro de um barco e o peixe e o técnico com a sonda dentro da água (Figura 23).



Fig. 23: Obtenção das imagens ultra-sonográficas.
Foto: Daniel Crepaldi

A possibilidade de manter-se o peixe imerso na água (Figura 24) evita qualquer interferência do ar na qualidade da mesma. Buscou-se a obtenção de imagens de toda cavidade celomática do animal a fim de reconhecerem-se as gônadas e demais estruturas internas.



Fig. 24: Peixe imerso na água durante a obtenção das imagens ultra-sonográficas das gônadas.
Foto: Daniel Crepaldi

Utilizou-se equipamento de ultra-som Aloka ssd 500 “módulo B”, que apresenta imagens em tempo real, com transdutor linear de 3,5 e 7,5 MHz, segundo metodologia descrita por CREPALDI et al. (2004). Todas as imagens foram gravadas em vídeo para posterior análise.

As imagens das gônadas foram classificadas da seguinte forma:

Imaturas ou em repouso: Gônadas pequenas ou de difícil visualização, imagens com pouca ecogenicidade (Figura 25);

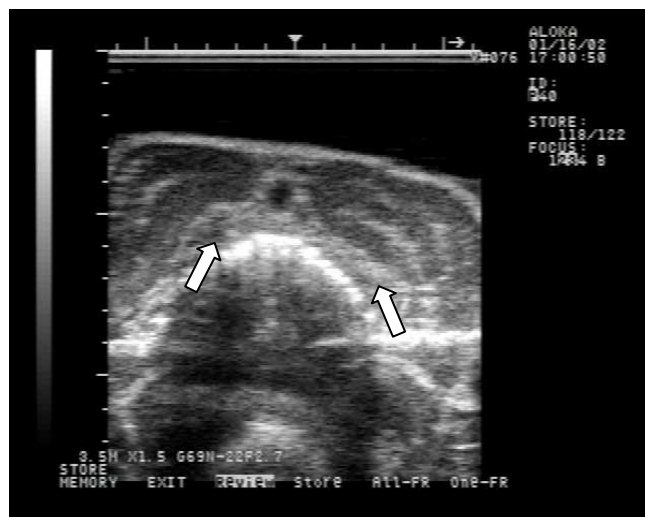


Fig 25: Imagem ultra-sonográfica de ovário de surubim (*P. coruscans*) em repouso reprodutivo
Foto: Daniel Crepaldi

Maturação inicial: Gônadas com volume aumentado, imagens com maior

ecogenicidade (Figura 26).

Fig 26: Imagem ultra-sonográfica de ovário de surubim (*P. coruscans*) em estágio inicial de maturação

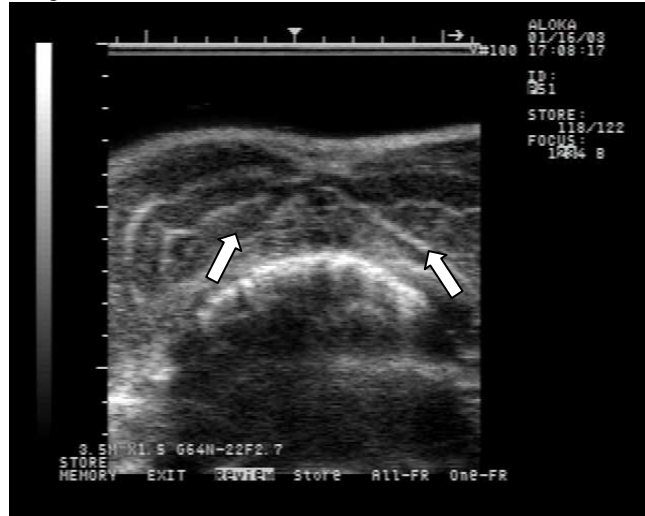


Foto: Daniel Crepaldi

Maturação final: Gônadas com grande volume, facilmente identificadas, imagem com grande ecogenicidade (tom acinzentado

a branco) com pequenas granulações (Figura 27).



Fig 27: Imagem ultra-sonográfica de ovário de surubim (*P. coruscans*) em estágio final de maturação

Foto: Daniel Crepaldi

Os peixes que ainda estavam vivos foram então insensibilizados em gelo e abatidos por secção da aorta ventral para posterior dissecação. Compararam-se as imagens das gônadas visualizadas no ultra-som com as observadas durante a evisceração. A classificação macroscópica empregada foi a

seguinte:

Ovários imaturos ou em repouso: ovários finos e transparentes, pequeno volume



Fig.28: Ovários e surubins (*P. Coruscans*) imaturos ou em repouso. Foto: Daniel Crepaldi

Ovários em maturação inicial: ovários volumosos, aumento da vascularização (Figura 29) e com alguns ovócitos visíveis a olho nu, ocupando discreto volume da cavidade celomática (Figura 30);



Fig. 29: Ovários em estágio de maturação inicial. Foto: Daniel Crepaldi

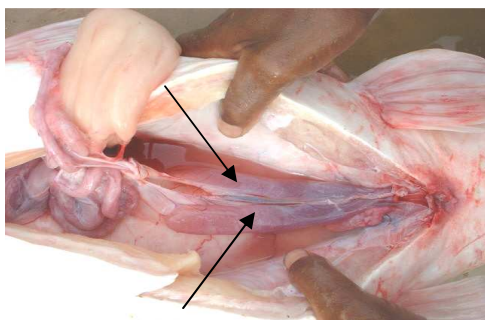


Fig. 30: Ovários em maturação inicial (setas) ocupando pequeno volume da cavidade celomática. Foto: Daniel Crepaldi

Ovários em maturação final: ovários amarelos, volume máximo, vascularização evidente, ovócitos visíveis a olho nu

(Figura 31), ocupando grande parte da cavidade celomática (Figura 32);

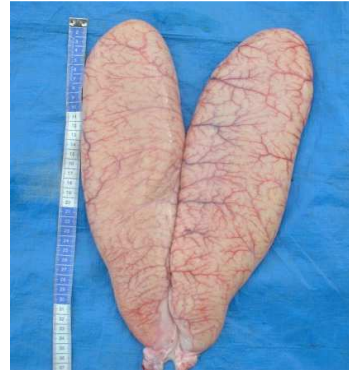


Fig. 31: Ovários em estágio de maturação final. Foto: Daniel Crepaldi

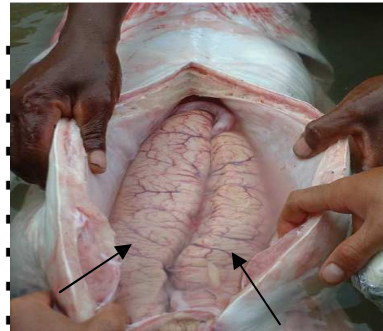


Fig. 32: Ovários em estágio final de maturação ocupando quase toda cavidade celomática. Foto: Daniel Crepaldi

Ovários pós-desova: Hemorrágicos e flácidos (Figura 33), com raros ovócitos opacos e visíveis a olho nu.

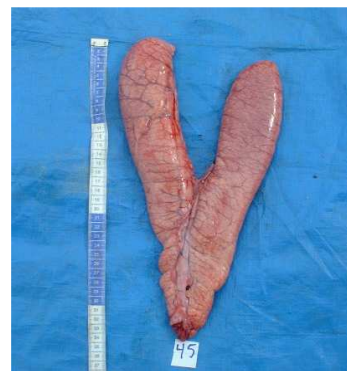


Fig. 33: Ovários pós-desova. Foto: Daniel Crepaldi

Após a evisceração, foram retirados as gônadas e o fígado para posterior pesagem e demais mensurações. Obtiveram-se então o peso da carcaça (PCARC), caracterizado pelo peso do peixe retirando-se as vísceras e a cabeça, peso do fígado, peso das

gônadas e o diâmetro dos ovários em seu terço médio. Para a pesagem e mensuração do diâmetro dos órgãos foi utilizada balança eletrônica, com precisão de 0,01g e um paquímetro (Figura 34).



Fig. 34: Mensurações de peso e diâmetro dos ovários.
Foto: Daniel Crepaldi

Histologia:

Para confirmação do estágio do ciclo reprodutivo, foram coletadas amostras de gônadas de cada peixe, fixadas em líquido de Bouin por 10 a 12 horas e armazenadas em álcool 70% a fim de submetê-las às

técnicas de histologia de rotina para identificação e classificação do estágio de maturação gonadal (Figura 35). Dessa forma, buscou-se relacionar as classificações entre as imagens obtidas pelo ultra-som, os cortes histológicos e a visualização macroscópica de cada peixe a fim de determinar-se a fase de maturação gonadal.

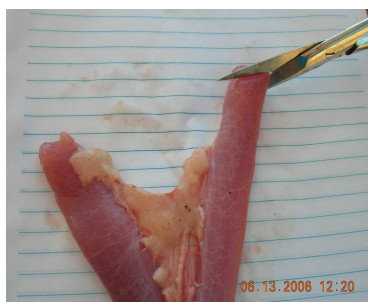


Fig. 35: Coleta de fragmento de ovário de surubim e armazenamento em líquido de Bouin.
Foto: Daniel Crepaldi

As amostras foram encaminhadas ao laboratório de Ictiohistologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais a fim de submetê-las às técnicas de histológicas de rotina, quais sejam: desidratação em soluções com concentração crescente de álcool etílico, inclusão em parafina, cortes de 3 a 5µm de espessura e coloração com hematoxilina-eosina. Foi feita uma lamina para cada amostra, sendo elas avaliadas em microscópio óptico com aumento de 40 a 60 vezes de acordo com a seguinte classificação:

Estádio 1 (repouso)

Machos: túbulos seminíferos fechados e paredes contendo apenas cistos de espermatogônia;

Fêmeas: ovários contendo apenas ovócito jovem (O1) e pré vitelogênico (O2) (Figura 36).

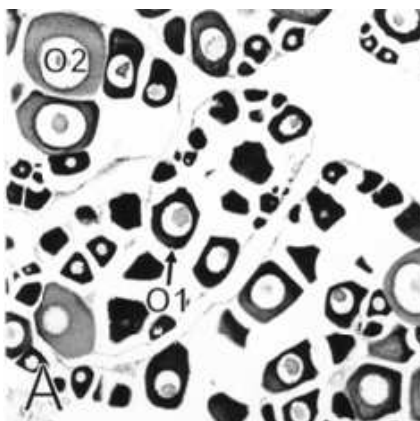


Fig.36: Corte histológico de ovário de *P. coruscans* em repouso. Presença de ovócitos jovens (O1) e pré-vitelogênicos (O2). Fonte: Brito, 2003.

Estádio 2 (maturação inicial)

Macho: lume dos túbulos seminíferos contendo pequena quantidade de espermatozoides e parede com cistos de todas as células da linhagem espermatogênica;

Fêmea: Presença de O1, O2, e ovócitos com vesículas corticais (O3)

(Figura 37).

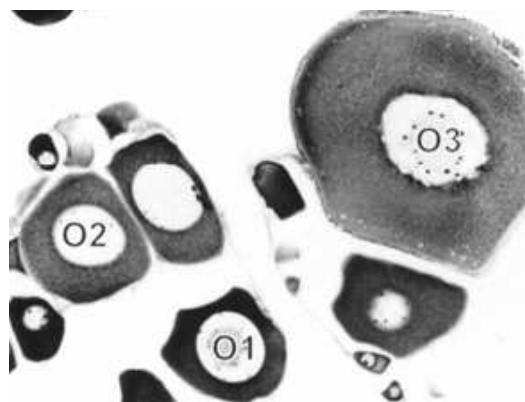


Fig.37: Corte histológico de ovário de *P. coruscans* em maturação inicial. Presença de ovócitos jovens (O1), pré-vitelogênicos (O2) e ovócitos com vesícula cortical (O3). Fonte: Brito, 2003.

Estádio 3 (maturação final)

Macho: Lume dos túbulos repletos de espermatozoides.

Fêmea: Presença de O1, O2, O3 e ovócitos vitelogênicos (O4) (Figura 38).

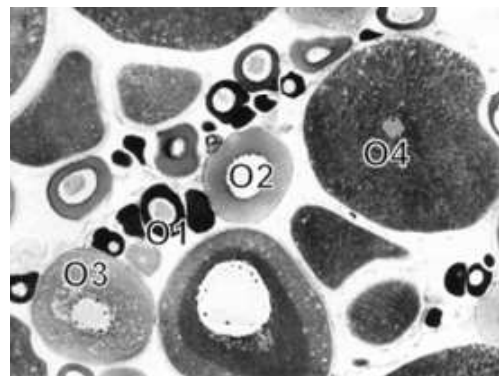


Fig.38: Corte histológico de ovário de *P. coruscans* em maturação final. Presença de ovócitos jovens (O1), pré-vitelogênicos (O2), ovócitos com vesícula cortical (O3). E ovócitos vitelogênicos (O4). Fonte: Brito, 2003.

Estádio 4 (Pós-desova)

Macho: Túbulos seminíferos com lume aberto podendo conter espermatozoides residuais e parede constituída somente de espermatogônias.

Fêmea: Presença de folículos pós-ovulatórios e atrésicos ao lado de O1 e O2

(Figura 39).

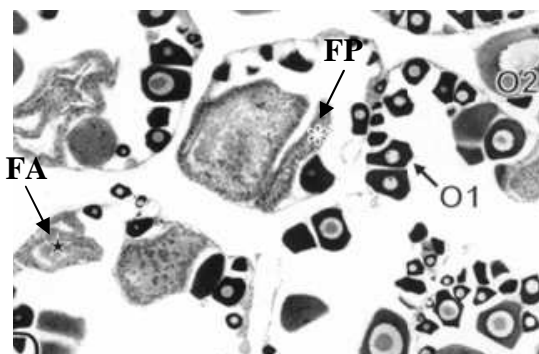


Fig. 39: Corte histológico de ovário de *P. coruscans* desovado. Presença de ovócitos jovens (O1), pré-vitelogênicos (O2) e folículos pós-ovulatórios (FP) e atrécicos (FA).

Fonte: Brito, 2003.

Uma vez instituídos os parâmetros para sexagem, identificação e classificação gonadal passou-se para a segunda etapa do projeto.

ANO 2 – Validação da técnica de ultrasonografia

A metodologia, mensurações e coletas de amostras da segunda etapa do projeto foram similares às do primeiro ano. Diferiram-se no que diz respeito às avaliações ultrasonográficas.

Após a chegada ao acampamento de apoio os peixes foram e devidamente pesados, mensurados e avaliados pelo ultra-som (US). A classificação da imagem de cada peixe, sugerida pelo técnico, foi anotada. Após a obtenção e gravação de cada imagem, dissecou-se o peixe visando a comparação com as características macroscópicas observadas, coletando ainda fragmentos dos ovários para a confirmação histológica das observações. Com isso, buscou-se definir a acurácia da US na classificação do estágio de maturação gonadal visando validar a técnica para seu emprego prático na reprodução do surubim.

A acurácia representa a proporção de acertos

do teste, ou seja, o número de gônadas que estavam em estágio final de maturação e foram assim classificadas pela US e o número de ovários imaturos classificados corretamente divididos pelo total de observações.

A metodologia adotada para a classificação das imagens foi baseada na eficiência em caracterizar-se o estágio final de maturação gonadal. Portanto, nessa etapa do trabalho as imagens das gônadas foram classificadas apenas como imaturas, compreendendo as gônadas que encontravam-se com pequeno volume, e maduras, para aquelas que apresentavam volume aumentado, ocupando grande parte da cavidade celomática, estando aptas ao início do protocolo de reprodução induzida.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Trecho do rio compreendido entre Três Marias – MG (18° 12' 54,29" S ; 45° 15' 47,79" O) e a barragem de Sobradinho – BA (10° 03' 06,63" S ; 42° 16' 12,89" O), cerca de 1050 km, é rico em lagoas marginais e ainda está livre de barragens hidrelétricas, sendo considerado segmento importante para o recrutamento de peixes migradores. Tal fato pode ser comprovado pela grande variabilidade genética do surubim nessa região. CARVALHO et al (2007) avaliando amostras de nadadeiras de surubins, na mesma região de execução desse trabalho, encontraram grande diversidade genética o que indica a presença e manutenção de estoques nativos na região, sendo ainda um importante corredor de passagem tanto para reprodução quanto para alimentação desses peixes, o que o torna um excelente local para coleta de reprodutores para utilização na produção de alevinos em cativeiro. O fato do local de coleta em questão ser corredor de passagem dos peixes, também o elege como ponto para pesquisas com telemetria.

As áreas de inundação localizadas abaixo

dos locais de desova são, provavelmente, os locais de maior importância para a manutenção e sobrevivência das fases de vida jovem dessa espécie. Contudo, a importância do canal do rio como berçário ainda não foi avaliada (CAROLSFELD et al. 2003). Após a desova, algumas fêmeas deixam os locais de reprodução para se alimentar enquanto outras permanecem nos mesmos locais até o próximo período reprodutivo. GODINHO et al., (2007) trabalhando com radio-telemetria em 24 fêmeas de surubim durante 32 meses (2000-2003), verificaram que o surubim apresentou padrão de migração dualístico, encontrando peixes residentes nos sítios de desova e outros que migraram até esses locais.

As capturas ocorreram tanto nos meses de chuvas, período este correspondente ao final da vitelogenese e início da fase final do processo de maturação gonadal em peixes de piracema, quanto no período de seca onde os peixes estão em repouso reprodutivo. Como seu período reprodutivo é relativamente curto compreendendo os meses de chuva (novembro a janeiro) quando os rios recebem um grande aporte de água, as coletas de dados no período supramencionado foram imprescindíveis para o sucesso do projeto uma vez que possibilitou o acompanhamento e avaliação de peixes, pela ultra-sonografia, em todos os estádios reprodutivos.

A legislação ambiental que define as normas de proteção à reprodução dos peixes na Bacia do rio São Francisco (Instrução Normativa nº 50 de 2007) estipula o período de 1 de novembro a 28 de fevereiro como

proibido para a pesca. Os dados encontrados neste trabalho demonstram que o pico reprodutivo do surubim está dentro do período previsto na legislação, o que confirma a importância das normas editadas. BRITO e BAZZOLI (2003) acompanharam a reprodução do surubim no médio São Francisco nos anos de 1998 e 1999 concluindo que a reprodução ocorreu entre outubro e janeiro. RESENDE et al. (1995) verificaram que o período reprodutivo do surubim nos cursos superiores dos rios Miranda e Aquidauana, na Bacia do rio Paraguai, é entre os meses de dezembro e fevereiro.

Os peixes utilizados no trabalho foram obtidos através de capturas na natureza. Apesar das malhas das redes utilizadas serem específicas para grandes exemplares, ou peixes que já estavam em fase reprodutiva, eventualmente peixes de menor porte também foram capturados. A igualdade esperada na proporção entre machos e fêmeas foi encontrada, tanto no número total de peixes, quanto nas expedições de captura avaliadas separadamente. Excetua-se dessa afirmação os meses de dezembro de 2004 e Junho de 2006 que tiveram maior número de fêmeas capturadas (Tabela 8). RESENDE et al. (1995) analisando as capturas de 235 *P. coruscans* no Pantanal do Mato Grosso do Sul encontraram diferença significativa na proporção machos/fêmeas tanto no total quanto em duas expedições (agosto/87 e dezembro/88), contudo, a predominância foi de machos.

Tabela 8: Teste do qui-quadrado para a proporção de machos e fêmeas de surubim capturados nos anos de 2004 a 2006.

Sexo	Fêmeas	Machos	Total	X ² obtido
Período				
Outubro / 2004	14	7	21	2,33
Novembro / 2004	13	25	38	3,79
Dezembro / 2004	9	1	10	6,40*
Janeiro / 2005	0	0	0	-
Fevereiro / 2005	1	1	2	0,00
Abril / 2005	3	6	9	1,00
Mai / 2005	14	8	22	1,64
Outubro / 2005	9	3	12	3,00
Novembro / 2005	10	6	16	1,00
Janeiro / 2006	3	5	8	0,50
Junho / 2006	12	4	16	4,00*
Outubro / 2006	9	13	22	0,73
TOTAL	97	79	176	1,84

* Diferença significativa (P<5%).

O peso e tamanho mínimo à primeira maturação são variáveis e dependem de fatores como, disponibilidade de alimentos, temperatura da água, ambiente natural ou cativeiro. BRITO e BAZZOLI (2003), verificaram um tamanho mínimo à maturação de 92 cm para fêmeas e 63,3 cm para machos de *P. coruscans* no rio São Francisco enquanto RESENDE et al (1995) citam peixes maduros sexualmente aos 66 cm de comprimento padrão. Já ROMAGOSA (2003) trabalhando com *P. fasciatum* de cativeiro, encontrou um comprimento padrão médio no qual 50% das fêmeas atingiram a primeira maturação (L50) de 37,65 cm, valor próximo ao de 39,5 cm relatado por REID (1983). Esses resultados diferem daqueles apresentados por VALDERRAMA et al. (1988), REYES e HUQ (1990) e RESENDE et al. (1995) que determinaram valores para a primeira maturação dessa espécie capturada em ambiente natural, respectivamente, de 79,0; 87,0; 63,0 cm.

Com isso, observa-se grande variação no peso e no comprimento total dos exemplares

capturados nos 2 anos. RESENDE et al. (1995) trabalhando com *P. coruscans* capturados durante 2 anos no Rio Miranda (Bacia do Rio Paraguai) constataram diferenças significativas entre o número de machos e fêmeas em cada expedição. A fim de facilitar as análises biométricas e verificar a interferência do peso total nos demais parâmetros analisados, os peixes foram agrupados de acordo com sua classe de peso (Tabela 9).

Os peixes menores que 9,5 kg não foram incluídos nas análises biométricas. Por serem menores, são comercializados eviscerados, mas com a cabeça, o que difere das demais classes de peso onde a cabeça é retirada. Sendo assim, optou-se por excluí-los desse tipo de análise, totalizando 82 peixes avaliados, com peso total variando entre 9,5 e 46,2 kg.

Tabela 9: Intervalo de peso, peso médio e número de peixes em 4 grupos de surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) capturados no médio São Francisco.

Grupo	Intervalo de peso (kg)	Peso médio (kg)	Número de peixes
01	9,5 - 15,0	12,48	23
02	15,1 – 20,0	17,88	22
03	20,1 – 25,0	23,19	20
04	> 25,1	31,19	17
		TOTAL	82

Na tabela 10 encontram-se as médias, desvios padrões e coeficientes de variação das mensurações biométricas dos surubins.

Tabela 10 - Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) de variáveis biométricas: Peso total (PT), comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), peso de carcaça (PCARC) e rendimento de carcaça (RENCARC) em surubins (*Pseudoplatystoma coruscans*) divididos em quatro classes de pesos.

	N° de peixes	C.T (cm)	C.P (cm)	P.T (kg)
Classe 1	23			
Médias		1,12	0,91	12,48
CV		5,64	5,81	13,87
Classe 2	22			
Médias		1,24	1,02	17,88
CV		3,55	4,44	8,12
Classe 3	20			
Médias		1,36	1,12	23,19
CV		4,26	4,47	6,92
Classe 4	17			
Médias		1,46	1,22	31,19
CV		6,76	8,43	17,19
Média Geral		1,28	1,06	20,42
CV Geral		11,21	12,51	35,83

Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Fisher ($P < 0,05$).

As variáveis biométricas avaliadas (CT; CP; PT e PCARC) foram significativamente diferentes entre os quatro grupos estudados, excetuando-se o rendimento de carcaça que diferiu entre os grupos.

O comprimento total apresentou médias de

1,12; 1,24; 1,36; 1,46 m para os grupos 1, 2, 3 e 4 respectivamente, aproximando-se da relação peso total / comprimento proposta por GODINHO et al. (1997) expressa pela equação $PC = 0,001734 \cdot CT^{3,335}$ onde PC é o peso corporal e CT o comprimento total dos peixes. É importante salientar que a equação indicada pelos

autores foi estipulada a partir de mensurações de comprimento total que variavam entre 0,52 m a 1,82 m. Sendo assim, pode-se inferir que a relação entre comprimento total e peso corporal é aplicável a uma faixa de peso bem ampla. O coeficiente de variação geral encontrado foi baixo (11,21%) sendo que os valores até 20,0 % são considerados aceitáveis neste tipo de trabalho. O mesmo padrão foi observado quando obteve-se o CV dentro de cada classe de peso sendo eles 5,64; 3,55; 4,26; 6,76. O maior CV (Classe 4) pode ser explicado pelo maior intervalo de peso atribuído a essa classe (> 25,1 kg). Esses valores estão de acordo com o encontrado por CREPALDI (2004), avaliando-se surubins em 2 classes de peso (2,7 e 1,5 kg e CV=5,5).

Os comprimentos padrões médios (CP) encontrados para os grupos foram de 0,91; 1,02; 1,12 e 1,22 m, respectivamente com CV geral de 12,51%. Quando as classes foram avaliadas separadamente, o grupo 4 apresentou o maior CV (8, 43%) mantendo a mesma tendência da avaliação do comprimento total para essa classe. RIBEIRO e MIRANDA (1997) avaliando surubins puros (*P. coruscans*) de 3,6 kg de peso médio citam um CV de 8,0% para o CP desses peixes. Embora esses autores tenham trabalhado com surubins de menor tamanho, a equação por eles proposta ($PT = 0,019 \cdot CP^{3,523}$) adequa-se aos valores observados para os peixes dos quatro grupos aqui avaliados. CREPALDI (2004) achou um CV de 5,5 % para surubins em 2 classes de peso (2,7 e 1,5 kg).

O peso total médio geral foi de 20,42 kg com CV de 35,3 %. Os grupos 1, 2, 3 e 4 apresentaram CV de 13,87; 8,12; 6,92 e 17,19% respectivamente para esta variável. CREPALDI (2004) encontrou CV de 19,29% para grupos de surubins de 1,5 e 2,7 kg de peso médio. Por outro lado, MIRANDA e RIBEIRO (1997) avaliando 3 classes de peso em surubins encontraram

para a menor delas (peso médio de 3,6 kg) um CV de 45,13%, para a classe 2 (peso médio de 6,4 kg) um CV de 18,87% e para a classe 3 (peso médio de 12,12 kg) um CV de 18,36%. Normalmente, os coeficientes de variação para peso corporal são altos, sendo que as medidas de peixes mais jovens tendem a apresentar coeficientes de variação maiores que as de peixes mais velhos (GJEDREM, 1983). Os valores encontrados neste trabalho apresentam essa tendência, apesar do grupo 4 (peixes mais pesados) ter apresentado o maior CV, o que pode ser explicado pelo maior intervalo de peso dentro dessa classe. ROMAGOSA et al. (2003) avaliando 132 machos e 248 fêmeas de cachara, verificaram maior dispersão dos valores de peso em relação aos valores mais elevados do comprimento, provavelmente devido ao peso das gônadas. A mensuração do peso total também sofre influência direta do estágio de maturação gonadal desses peixes, uma vez que ovários em estágio final de maturação atingem grandes proporções. SATO et al. (1997) encontraram ovários representando aproximadamente 5 % do peso total em 12 fêmeas de surubim com peso total médio de 13,2 kg.

No presente trabalho os ovários em estágio final de maturação variaram de 2 % a 5 % do peso total do peixe com média de 2,69% (Tabela 11), a diferença encontrada em relação ao trabalho de SATO et al (1997) pode ser atribuída ao maior número de peixes aqui analisados. A relação peso dos ovários/peso total das gônadas imaturas ou em repouso reprodutivo apresentaram valor médio de 0,27%. A partir da evolução do período reprodutivo, essa média aumentou, passando a 0,84% nas fêmeas em maturação inicial e a 2,69% para aquelas em estágio final. A relação peso de ovários/peso total para a categoria de peixes pós-desova foi de 0,35%, caracterizando a involução do ovário nesse período. Os valores apresentados na tabela 11 refletem a dinâmica de aumento do tamanho e peso

dos ovários em relação ao peso total dos peixes.

Tabela 11: Porcentagem do peso dos ovários em relação ao peso total dos peixes imaturos, em estágio de maturação inicial, final e pós-desova.

Classificação	Número de peixes	% peso dos ovários
Imaturos	52	0,27
Maturação inicial	11	0,84
Maturação final	25	2,69
Pós-desova	9	0,35
TOTAL	97	

Rotineiramente, pescadores profissionais, amadores e o povo ribeirinho relatam algumas características corporais que podem diferenciar os machos e as fêmeas, como: pedúnculo caudal mais grosso e corpo mais compacto para machos, cabeça menor e perfil mais longilíneo para fêmeas, contudo, neste trabalho as únicas características corporais que diferenciaram os sexos foram o tamanho e peso dos peixes, sendo que todos os peixes capturados com comprimento total acima de 110 cm e 9,5 kg eram fêmeas. BRITO e BAZZOLI (2003) avaliando a reprodução de surubins no médio São Francisco verificaram que dos 104 peixes estudados, todos acima de 100 cm eram fêmeas. GODINHO et al. (1997) em outro trabalho realizado na mesma região do rio São Francisco relatam a captura de machos até 125,6 cm e 19,8 kg num total de 152 peixes, entretanto, 83% deles estavam na classe de 66-97 cm. ROMAGOSA et al (2003) avaliaram a interferência do sexo em *P. fasciatum* em 14 classes de comprimento total (28 a 69,9 cm) verificando que nas classes de comprimento inferior os machos apresentavam peso ligeiramente superior, entretanto, a partir da classe de 43,0cm - 45,9cm, essa relação se inverteu, fato também constatado por REID (1983), para *P. tigrinum* e *P. fasciatum* capturados em ambiente natural. ROMAGOSA et al (2003) também relatam que não foram capturados machos de *P. fasciatum* a partir

da classe de 58,0cm - 60,9cm. Sendo assim, pode-se concluir que para as espécies citadas nos trabalhos, as fêmeas atingem um tamanho corporal maior em relação aos machos.

O surubim, assim como outros peixes nativos, não tem dimorfismo sexual tornando difícil sua sexagem e a definição do estágio de maturação gonadal, o que dificulta sua reprodução induzida acarretando em prejuízos dentro de seu ciclo produtivo. As técnicas atualmente empregadas para a definição desse estágio reprodutivo, ou são baseadas na subjetividade dos caracteres externos, ou são invasivas, como as canulações e biopsias, estressando os reprodutores e introduzindo doenças no plantel. A ultrasonografia vem se despontando como uma ferramenta que possibilita a avaliação de reprodutores de modo prático, rápido e não invasivo, contudo, a utilização do ultra-som em espécies nativas é insipiente.

Os equipamentos de US disponíveis permitem a execução desse tipo de trabalho mesmo no campo, além disso, a variação da frequência dos transdutores possibilita que o técnico escolha qual será utilizado baseando-se no tamanho e forma dos peixes a serem avaliados. Neste trabalho, primeiramente, o transdutor de 7,5 MHz foi utilizado para os peixes menores devido ao seu baixo poder de penetração, contudo,

devido a pouca praticidade em ficar-se variando o equipamento em função de cada exemplar, optou-se pelo de 3,5 MHz, que apesar de perder um pouco na qualidade da imagem conseguia-se atingir as camadas mais profundas, mesmo nos grandes exemplares. As imagens foram feitas transversalmente ao corpo do animal, o que possibilitou maior profundidade das mesmas, facilitando a visualização das gônadas. Na piscicultura, os transdutores mais usados estão entre 3,5 e 7,5 MHz, sendo que quanto maior a frequência das ondas transmitidas menor a penetração nos tecidos e melhor a resolução das imagens geradas (GRIFFIN e GINTHER, 1992). BURTLE et al. (2003) utilizaram transdutores de 3,5 a 7,5 MHz para sexagem de bagres-do-canal, optando pelos de 3,5 MHz para os maiores exemplares devido à espessura da musculatura da

cavidade celomática e a maior área de imagem gerada. BRYAN et al. (2005) utilizaram o transdutor de 7,5 MHz conseguindo medir até o diâmetro dos ovócitos em *Noturus placidus*. ROTTA et al (2007), trabalhando com sarapó (*Gymnotus* sp) utilizaram transdutor de 5 MHz com um posicionamento sagital ao corpo, afirmando que o tamanho reduzido das gônadas dificultou a obtenção de imagens transversais.

A partir das imagens geradas foi possível acompanhar a evolução dos ovários durante o período reprodutivo, destacando-se a facilidade em caracterizar-se, via ultra-som, o estágio de maturação final desses órgãos, sendo o índice de acerto para este estágio reprodutivo de 100% (Tabela 12).

Tabela 12: Acurácia do ultra-som na identificação da gônada e do estágio de maturação gonadal em surubins

Estádio	Número de peixes	Acurácia (%)
Ovário Imaturo	20	94,6
Ovário maturação inicial	8	75
Ovário maturação final	25	100
Ovário pós-desova	4	0
Testículos	17	70,6
TOTAL	74	

Todas as classificações das imagens foram confirmadas posteriormente pela avaliação macroscópica das gônadas e pela histologia de fragmentos do ovário. O alto índice de acerto para o estágio de maturação final pode ser atribuído ao tamanho dos ovários nesta fase (ocupando cerca de 2/3 da cavidade celomática) assim como a mudança de características dos ovócitos que apresentam nesse momento um maior diâmetro e uma maior quantidade de vitelo. KARLSEN e HOLM (1994) relatam o aumento progressivo dos ovários de bacalhau à medida que esses atingem a

maturação, ROTTA et al. (2007) citam que os ovários de tucunaré (*Gymnotus* spp.) quando maduros ocupam praticamente toda a cavidade celomática, obtendo taxa de acerto com o ultra-som de 98% para gônadas em maturação (Estádio II) ou madura (Estádio III) atribuindo essa alta taxa de acerto ao estágio reprodutivo dos peixes, que se encontravam em sua ampla maioria (94%) no estágio III (ovários maduros de coloração amarela-alaranjada que ocupam toda a cavidade abdominal). O alto grau de acerto na sexagem também foi observado por MOGHIM et al., (2002), com *Acipenser stellatus* (97,2% de acurácia); COLOMBO et al., (2004) com *Scaphirhynchus*

platyrhynchus (86%), KARLSEN e HOLM (1994) com bacalhau *Gadus mohua* (95%) e BLYTHE et al (1994) trabalhando com “striped bass” (*Morone saxatilis*) com 95% de acurácia. BURTLE et al. (2003) trabalhando com “catfish” conseguiram acurácia de 80 a 100% na sexagem de peixes com 1 ano de idade após 2 a 3 sessões para o treinamento dos técnicos, os autores citaram ainda que a avaliação convencional por caracteres externos atingiu aproximadamente 60%. Todos os resultados dos trabalhos citados foram alcançados com peixes sexualmente maduros. Como a detecção dessa fase de maturação é um ponto de estrangulamento nos protocolos de indução à desova, o diagnóstico por imagem pode ser de grande importância para a melhoria nos índices de eficiência na reprodução induzida. DIAS et al. (1998) avaliaram o índice e acerto da classificação através da análise macroscópica das gônadas, na determinação dos estádios de maturação gonadal, em relação ao diagnóstico microscópico, e observaram até 56,4% de erro no total dos diagnósticos comparados. GARCÍA-CAGIDE e GARCÍA (1996) e ZIMMERMANN (1997), comparando a análise macroscópica com a identificação histológica, comprovaram erro em 13% e 86,7% respectivamente.

Nas imagens ultra-sonográficas, os ovários maduros apareceram como estruturas granulares, com grande ecogenicidade em tons de cinza claro (Figura 40). MOGHIN et al. (2002) trabalhando com ultra-sonografia em esturjão descreveram as imagens dos ovários maduros como estruturas granulares, claras e ecogênicas. MATTSON (1991) citou que quanto mais os ovários de salmão progridem em relação ao estágio de maturação, maior a dificuldade de penetração das ondas de ultra-som. KARLSEN e HOLM (1994) trabalhando com bacalhau, classificavam como fêmeas os peixes que apresentavam imagens claras e granuladas.



Fig. 40: Imagem ultra-sonográfica de ovário de surubim (setas) em estágio final de maturação
Foto: Daniel Crepaldi

Os peixes imaturos ou em repouso reprodutivo também foram facilmente identificados, apresentando uma acurácia de 94,6% (Tabela 12). Contudo, a diferenciação entre machos e fêmeas, nessa fase, foi imprecisa uma vez que as estruturas visualizadas (ovários ou testículos) não apresentaram nenhuma característica particular que pudessem diferenciá-las (Figura 41 e 42). As gônadas nessa fase reprodutiva são pequenas, ocupando pouco volume da cavidade celomática além de serem translúcidas quando observadas macroscopicamente, essas características podem ter dificultado sua identificação pela ultra-sonografia. A situação de campo imposta para a execução dessa etapa também interferiu na diferenciação das gônadas, não permitindo a visualização de estruturas mais delicadas, como os ovócitos e os canais de ovulação. A incidência de luz solar, a turbidez da água e o tempo reduzido para execução da ultra-sonografia em cada peixe foram as principais causas que influenciaram na avaliação das imagens no local. Possivelmente, em situação ideal de laboratório, algumas características intrínsecas de ovários e testículos poderiam ser identificadas. KARLSEN e HOLM (1994), trabalhando com bacalhau em situação de laboratório, conseguiram visualizar o canal no centro do ovário,

definindo que a partir desse momento os peixes estavam aptos à ovulação. Sendo assim, não foi possível a sexagem dos peixes quando esses se encontravam em fase inicial de maturação.



Fig. 41: Imagem ultra-sonográfica de ovário (setas) de surubim em repouso sexual. Foto: Daniel Crepaldi

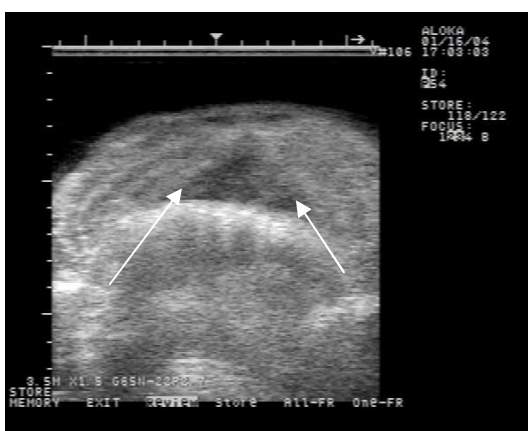


Fig.42: Imagem ultra-sonográfica de testículo (setas) de surubim em repouso sexual. Foto: Daniel Crepaldi

A identificação dos testículos foi mais difícil, principalmente em peixes imaturos, não sendo detectada diferença entre essas gônadas e as demais estruturas internas (Figura 39). MATTSON (1991) afirmou que os testículos, quando imaturos, foram muito difíceis de serem identificados, tanto pelo seu pequeno tamanho, quanto pela

similaridade de sua imagem com as de outros órgãos como o fígado e rins. KARLSEN e HOLM (1994) classificaram os testículos como estruturas escuras de difícil identificação, o mesmo relato foi feito por MOGHIN et al (2002). Segundo ROTTA (2007), os testículos dos peixes não mantêm um padrão na imagem de ultra-som se apresentando ecóico na imagem, o que não permite sua distinção de outros órgãos na cavidade abdominal.

Uma possível metodologia para a sexagem de peixes é a exclusão, ou seja, os peixes que não apresentam imagens nítidas de ovário maduro podem ser classificados como macho. Alguns autores como KARLSEN e HOLM (1994); MATTSON (1991); MOGHIN et al (2002); REIMERS et al. (1987) e BURTLE (2003) utilizaram desse artifício para identificação dos machos. No presente trabalho essa metodologia, quando empregada, apresentou 70,6% de acurácia (Tabela 12) sendo que 29,4% dos machos foram classificados erroneamente como fêmeas. Outro fator que pode auxiliar na definição do sexo é o comprimento e peso total dos peixes, ou seja, os surubins que apresentarem o comprimento total acima de 110 cm, mesmo com a impossibilidade de diferenciação pela imagem, tendem a ser fêmea.

As imagens geradas em peixes com acúmulo de gordura na cavidade celomática apresentaram menor nitidez. As características de ecogenicidade da gordura produzem um padrão de imagem que dificulta a visualização das gônadas, contudo, não impossibilitou a execução do trabalho. KARLSEN e HOLM (1994), trabalhando com bacalhau optaram por jejum mínimo de 2 dias nos peixes para que não houvessem interferências na qualidade das imagens captadas.

A comparação entre as imagens de ultra-som e a localização dos órgãos internos foi de suma importância, uma vez que pesquisas

com diagnóstico por imagens em surubins são inéditas e o desconhecimento das características das imagens geradas por cada órgão é evidente.

Devido às condições de trabalho impostas estimou-se o tempo gasto para execução das imagens em cada peixe de aproximadamente 1 minuto, entretanto, com técnicos previamente treinados e em condições de laboratório, este tempo deve diminuir. KARLSEN e HOLM (1994) e MOGHIM et al., (2002) estimaram o tempo gasto para a avaliação ultra-sonográfica de 30 segundos/peixe.

A execução dos trabalhos com os peixes imersos na água mostrou ser capaz de eliminar qualquer interferência do ar na qualidade das imagens. Outra vantagem é a possibilidade em ajustar a posição do transdutor, aproximando ou afastando do corpo do animal o que permite uma melhoria significativa na qualidade das imagens geradas.

O conhecimento do padrão reprodutivo é fundamental para a compreensão das estratégias do ciclo da vida bem como para nortear medidas de administração, manejo e preservação frente a impactos, como exaustão dos estoques naturais (VAZZOLER e MENEZES, 1992). Tais informações são ainda mais preponderantes quando se busca a inserção de espécies nativas no contexto da produção comercial visando um melhor manejo e conservação desses animais.

Os critérios mais importantes a serem analisados na escolha de espécies a serem empregadas na aquicultura estão relacionados às suas características zootécnicas e reprodutivas como a alta fecundidade, facilidade de captura de ovos, desova natural em cativeiro, facilidade de indução da desova e maturidade sexual precoce (REAY, 1984). As dificuldades encontradas na produção comercial de

espécies nativas giram em torno da falta de conhecimentos sobre o ciclo de vida e à falta de definição de um pacote tecnológico para sua produção em cativeiro. Alguns siluriformes como o surubim, cachara e seus híbridos, apesar de serem uma realidade na produção comercial, apresentam características reprodutivas que impõem barreiras para o pleno desenvolvimento de pacotes tecnológicos para sua produção. ROMAGOSA et al. (2003) afirmam que o *P. fasciatum* apresenta particularidades fisiológicas reprodutivas, com falhas durante o processo de maturação gonadal, não completando o ciclo reprodutivo quando mantida em ambiente confinado.

Programas de reprodução em cativeiro possibilitam o aumento do conhecimento da biologia reprodutiva de peixes que sofrem algum tipo de ameaça (BRYAN et al., 2005). Existem alguns trabalhos e relatos da reprodução de *Pseudoplatystoma* spp. em cativeiro, contudo, em nenhum deles são definidos técnicas ou padrões para sexagem e avaliação exata do desenvolvimento gonadal. MOGHIM et al. (2002) citam que a habilidade em identificar-se o sexo e avaliar de forma não-destrutiva o estágio de maturidade dos peixes é crítica para o desenvolvimento de estratégias de manejo nos programas de reprodução para a aquicultura.

Apesar da ultra-sonografia não ser uma técnica usual para espécies nativas, o diagnóstico por imagem é empregado na piscicultura comercial em todo mundo, principalmente para a avaliação de parâmetros reprodutivos em espécies de clima temperado gerando economias consideráveis aos produtores. Apesar da inexistência de dados a respeito de peixes tropicais, inúmeros trabalhos citam sua aplicação em outras espécies como o bacalhau (*Gadus mohua*) (KARLSEN e HOLM, 1994); “striped bass” (*Morone saxatilis*) (BLYTHE et al., 1994); linguado do Atlântico (*Hippoglossus hippoglossus* L.)

(SHIELDS et al.,1993), esturjão (*Acipenser stellatus*) (MOGHIM et al., 2002), entre outros. A possível economia vinculada à utilização da US foi bem relatada por BURTLE et al. (2003) utilizando o ultra-som na determinação do sexo em bagres do canal vivos. Segundo os autores, os produtores americanos têm trabalhado com o híbrido entre a fêmea do bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) e o macho do catfish azul (*Ictalurus furcatus*), contudo necessitam manter os peixes de 3 a 5 anos no plantel para conseguirem sexar visualmente com boa acurácia. Esse tempo gera um custo enorme tanto em insumos quanto em área por esses peixes ocupada. A sexagem precoce com o ultra-som gerou uma economia de aproximadamente US\$1,25/peixe/ano ou US\$ 5,00 por peixe ao longo dos 5 anos de espera até atingirem a maturidade sexual. Além da sexagem precoce dos peixes, o ultra-som permitiu a identificação das fêmeas que estavam fisiologicamente prontas para a indução artificial à desova.

A partir dos resultados alcançados para outras espécies, é possível inferir que as técnicas que buscam melhorias na produção do surubim, como o ultra-som, podem gerar economias aos produtores e permitir um grande avanço na tecnologia de produção comercial dessa espécie.

6. CONCLUSÕES

É possível a caracterização do estágio reprodutivo do surubim, pela ultrasonografia, de acordo com a classificação proposta.

Não foi possível a sexagem dos peixes quando esses encontravam-se em fase de repouso reprodutivo.

Os ovários em fase final de maturação foram classificadas com uma acurácia de 100%.

A ultra-sonografia apresentou-se eficaz no acompanhamento e avaliação do estágio de maturação gonadal em surubins, podendo ser usada em programas de reprodução induzida.

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BRITO, M.F.G. Reprodução do surubim *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829) (Pisces:Pimelodidae) do rio São Francisco, na região de Pirapora, Minas Gerais. Belo Horizonte. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. 2002. 50p. Dissertação (Mestrado em Zoologia de Vertebrados). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. 2002.

BRITO, M.F.G., BAZZOLI, N. Reproduction of the surubim catfish (Pisces, Pimelodidae) in the São Francisco River, Pirapora Region, Minas Gerais, Brazil. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.55, n.5, p.624-633, 2003.

BRYAN, J. L., M. L. WILDHABER E D. B. NOLTIE. Examining Neosho madtom reproductive biology using ultrasound and artificial photothermal cycles. North American Journal of Aquaculture, v.67, n.3, p.221-230. 2005.

BLYTHE, B.; HELFRICH, L.A.; BEAL W.E. et al. Determination of sex and maturational status of striped bass (*Morone saxatilis*) using electronic ultrasonic imaging. Aquaculture., v. 125, n.1/2, p.175-184, 1994.

BRZUSKA, E. Artificial spawning of European catfish *Silurus glanis* L.: differences between propagation results after stimulation of ovulation with carp pituitary and Ovopel. Aquaculture Research, n.32, p. 11-19, 2001.

BURTLE. G.J., NEWTON. G.L., LEWIS,

- G.W., JACOBS.J. Ultrasound for Sex Determination of Catfish. <http://www.tifton.uga.edu/aquaculture/content/ultrasound.htm>. Acesso em: 19/02/2008.
- COSTA, A.P.R. Aspectos da biologia reprodutiva de fêmeas de piau-vermelho (*Leporinus copelandii*, Steindachner, 1875. Pisces: Anostomidae), na bacia do rio Baixo Paraíba do Sul (RJ). Campo dos Goytacazes. Universidade Estadual do Norte Fluminense. 1999. 113p. Tese. Universidade Estadual do Norte Fluminense. 1999.
- CAROLSFELD, J., HARVEY, B., ROSS, C., BAER, A. (eds). Migratory fishes of South America. World Fisheries Trust, Victoria, BC. 2003.
- CARVALHO, D.C, OLIVEIRA, D.A.O, SOUSA, A.B., et al. Diversidade genética de surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*), cachara (*P. fasciatum*) e do seu híbrido interespecífico. 1º Congresso Brasileiro de produção de peixes nativos de água doce. Anais. Mato Grosso do sul. 2007.
- CREPALDI, D.V. Avaliação da técnica de ultra-sonografia como indicador de rendimento de carcaça e biometria em surubim (*Pseudoplatystoma* spp.). Belo Horizonte. Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. 2004. 39p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. 2004.
- DIAS, J.F., PERES-RIOS, E., CHAVES, P.T.C., ROSSI-WONGSTCHOWSKI, C.L.D.B. Problemas de classificação e recomendações de procedimento. Revista Brasileira de Biologia. v.58, p-55-69. 1998.
- GARCÍA-CAGIDE, A., GARCIA, T. Reproducción de *Mycteroperca bonaci* y *Mycteroperca venenosa* (Pisces: Serranidae) em la plataforma cubana. Revista de Biología Tropical. v.44, p.771-780, 1996.
- GJEDREM, T. Genetic variation in quantitative traits and selective breeding in fish and shellfish. Aquaculture, v. 33, n. 1/4, p. 51-72, 1983.
- GODINHO, H.P.; MIRANDA, M.O.T.; GODINHO, A.L; et al. Pesca e biologia do surubim *Pseudoplatystoma corruscans* no rio São Francisco. In: MIRANDA, M.O.T. (Org.). Surubim. Belo Horizonte: IBAMA,1997. p.27-42 (Coleção Meio Ambiente, Série Estudos Pesca, 19).
- GODINHO, A.L., KYNARD, B., GODINHO, H.P. Migration and spawning of female surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*, Pimelodidae) in the São Francisco river, Brazil. Environmental Biology of Fishes, 2007. Homepage: ISSN/ISBN: 03781909
- GRIFFIN, P.G.; GINTHER, O.J. Research applications of ultrasonic imaging in reproductive biology. J. Anim. Sci. v., 70, p. 953-972, 1992.
- KARLSEN, O.; HOLM, J.C. Ultrasonography, a non-invasive method for sex determination in cod (*Gadus morhua*). J.Fish Biol. v. 44, n. 6, p. 965-971, 1994.
- MARTIN, R.M.; MYERS, J. SOWER, S.A. et al. Ultrasonic imaging, a potential tool for sex determination of live fish. North Am. J. Fish. Manage. v. 3, n.3, p.258-264, 1983.
- MATTSON, N.S. A new method to determine sex and gonad size in live fish by using ultrasonography. J. Fish Biol., v. 39, n. 5, p. 673-677, 1991.
- MOGHIM, M., A. R. VAJHI, A. VESHKINI. Determination of sex and maturity in *Acipenser stellatus* by using ultrasonography. Journal of Applied Ichthyology, v.18, n.4-6, p.325-328. 2002.
- REAY, P.J. Reproductive tactics: a non-event

- in aquaculture? In: POTTS, G.W, WOOTTON, R.J. (eds). Fish reproduction strategies e tactics. London: Academic Press, p.291-309, 1984.
- REID, S. La biología de los bagres rayados *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P.tigrinus* en la cuenca del Rio Apure, Venezuela. Revista Unellez Cienc.Tecnol, v.1, n. 1, p.13 - 41, 1983.
- REIMERS, E.; LANDMARK, P.; SORSDAL, T. et al. Determination of salmonids' sex maturation and size: an ultrasound and photocell approach. Aquac.Mag., v.13, p.41-44, 1987.
- RESENDE, E.K.; CATELLA, A.C.; NASCIMENTO, F.L.; PALMEIRAS, S.S.; PEREIRA, R.A.C.; LIMA, M.S.; ALMEIDA, V.L.L. 1995 Biología do curimatá (*Prochilodus lineatus*), pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) e cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) na bacia hidrográfica do rio Miranda, Pantanal do Mato Grosso do Sul. Corumbá, MS: EMBRAPA - CPAP, 1995. 75 p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 02).
- REYES, A.O., HUQ, M. F. Algunos aspectos reproductivos del bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* Linnaeus, 1766 (Pisces: Pimelodidae) en la Laguna Grande, Maturin, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. v. 29, p.133-140, 1990.
- RIBEIRO, L.P.; MIRANDA, M.O.T. Rendimiento de procesamiento do surubim *Pseudoplatystoma coruscans*. In: MIRANDA, M.O.T. (Ed.) Surubim. Belo Horizonte: IBAMA (Coleção Meio Ambiente, Série Estudos da Pesca, (19), p.101-111, 1997.
- ROMAGOSA, E., PAIVA, P., ANDRADE-TALMELLI, E.F., GODINHO, H.M. Biología reproductiva de fêmeas de cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum* (teleostei, siluriformes, pimelodidae), mantidas em cativeiro. B. Inst. Pesca, São Paulo, n.29, v.2, p.151-159, 2003.
- ROTTA, M.A., PEDROSO, F.M., ACORCI, L.C. Determinação do sexo da tucurú (*Gymnotus* sp.) através da imagem de ultrassom. 1º Congresso Brasileiro de produção de peixes nativos de água doce. Anais. Mato Grosso do sul. 2007.
- SATO, Y., CARDOSO, E. L., SALLUM, W. B., GODINHO H.P. Indução experimental do surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*). In: MIRANDA M.O.T. (org.). Surubim. Belo Horizonte: IBAMA. (coleção Meio Ambiente, Série Estudos da Pesca, 19), p. 69-79, 1997.
- SHIELDS, R. J.; DAVENPORT, J.; YOUNG, C.; SMITH, P. L. Oocyte maturation and ovulation in the Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* (L.), examined using ultrasonography. Aquacult. Fish. Manage. 24, 181-186. 1993.
- VALDERRAMA, M.B.; ZARATE, M.V.; VERA, G.V.; MORENO, C.Z.; CARABALLO, C.Z.; MARTINEZ, R J.R. Determinacion de la talla media de madurez y analisis de la problematica com referencia a las tallas medias de captura del bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) Linnaeus 1766 (Pisces: Pimelodidae) en la cuenca del rio Magdalena, Colombia. Trianea. Act. Cient. Tecn. v.2, p.537-549, 1988.
- VAZZOLER, A.E.A.M., MENEZES, N.A. Síntese de conhecimento sobre o comportamento reproductivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). Rev. Brasil. Biol., v.52, n.4, p.627-640,1992.
- ZANIBONI-FILHO E, WEINGARTNER, M. Técnicas de indução da reprodução de peixes migradores. Rev. Bras. Reprod. Anim. Belo Horizonte, v.31, n.3, p.367-373, 2007.

ZIMMERMANN, M. Maturity and fecundity of arrowtooth flounder, *Atheresthes stomias*, from the Gulf of Alaska. Fishery Bulletin, v.95, p.598-611, 1997.

CAPÍTULO 2

RENDIMENTO DE CARÇAÇA DO SURUBIM (*Pseudoplatystoma coruscans*) EM DIFERENTES CLASSES DE PESO

1. RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o rendimento de carcaça do Surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) em diferentes classes de peso e as correlações entre as mensurações biométricas com a altura, largura e área da musculatura epi-axial em imagens ultra-sonográficas. O experimento foi realizado no médio São Francisco na cidade de São Francisco-Minas Gerais, cerca de 600 km da capital. Foram utilizados 82 exemplares de surubins capturados nos anos de 2004 e 2005 pesando entre 9,5 e 46,2 kg. Os peixes foram divididos em 4 grupos de acordo com peso total. Todos os grupos foram submetidos a análise de variância aplicando-se o teste Student-Newman-Kells (SNK) a 5% de probabilidade para comparação das médias. As correlações entre as medidas biométricas foram estatisticamente diferentes entre os grupos estudados, excetuando-se o rendimento de carcaça (média de 74,38%) que foi semelhante para todas as classes. Equações de regressão foram propostas sendo a que apresentou o melhor R^2 ($R^2 = 0,87$) foi aquela que relacionou o peso total (PT) com o comprimento total (CT) ($PT = -43,1918 + 50,8366 CT$) na classe de peso 4. As correlações entre as medidas ultra-sonográficas, no ponto escolhido, e os mensurações biométricas foram baixas ou sem significância. Pode-se supor que o ponto de obtenção de imagens considerado ótimo para classes de peso menor, não podem ser aplicados a exemplares de maior tamanho, ou seja, há diferença no padrão de crescimento corporal dessa espécie durante seu ciclo de vida.

Palavras-chave: Ultra - som, Siluriforme, Surubim

CARCASS YIELD OF SURUBIM (*PSEUDOPLATYSTOMA CORUSCANS*) IN DIFFERENT WEIGHT CLASS

2. ABSTRACT

*The purpose of this research was to evaluate the carcass yield of Surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) in different weight class and the correlations between the biometric measures and the height, width and area of the epi-axial muscle in ultrasound images. The experiment was carried out in San Francisco River in the municipality of São Francisco at Minas Gerais state, about 600 km of the capital. In 2004 and 2005, 82 units of surubins weighing between 9,5 and 46,2 kg were captured. The animals were divided in 4 groups in accordance with their total weight. All groups were subjected to variance analysis Student-Newman-Kells test (SNK) with 5% of probability for comparison of the means. All the correlations were statistically different between the analyzed groups, with the exception of the carcass yield (74,38%). Regression equations were proposed. Equations of regression were proposed, the best R^2 ($R^2 = 0,87$) was reached in equation in the group number 4 that related the total weight (PT) with the total length (CT) ($PT = -43,1918 + 50,8366 CT$). The correlations between the ultrasound measures, in the chosen point, and the biometric measures were low or with no significance. The excellent*

point to make ultrasound images for the lower weight class cannot be applied to specimens of greater size. There is a visible difference in the patterns of corporal growth of this species during its life cycle.

Keywords: *ultrasound, siluriformes, spotted catfish.*

3. INTRODUÇÃO

O Surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*), pertencente à ordem dos Siluriformes, é encontrado freqüentemente nas Bacias dos Rios Paraguai, Paraná, Uruguai e São Francisco. Apresenta a cabeça grande e achatada, sua coloração é cinza-escuro no dorso, clareando em direção ao ventre, e esbranquiçada abaixo da linha lateral, podendo ser diferenciada das outras espécies do gênero pelo padrão de manchas: pequenas, pretas e arredondadas ou ovaladas, espalhadas ao longo do corpo.

No Brasil, têm um alto valor comercial, considerado produto nobre por apresentarem carne saborosa, com baixo teor de gordura e ausência de espinhos intramusculares. Estas características atendem as preferências atuais e futuras do mercado de peixe e fazem da carne do surubim um produto com grandes possibilidades de exportação (KUBITZA et al., 1998). Devido à qualidade de sua carne e a sua marcante participação na pesca comercial e na aquicultura, o surubim é uma das espécies de água doce de maior importância econômica, atingindo alto valor no mercado.

O sucesso tecnológico da aquicultura empresarial no mundo resulta do desenvolvimento de técnicas para o cultivo, escolha de espécies de interesse comercial, controle das etapas produtivas adequadas às condições socioeconômicas regionais e melhoria dos índices zootécnicos. Sendo assim, torna-se cada vez mais importante a análise dos índices zootécnicos, tais como: rendimentos no processamento, custos de produção, composição corporal e o rendimento de carcaça.

O rendimento de carcaça do surubim é semelhante ou superior ao de espécies que são empregadas na aquicultura a muitos anos, apesar de nunca ter sofrido qualquer influência de programas de seleção. Os índices zootécnicos e as características de carcaça comprovam que essa espécie tem um excelente potencial para a produção comercial (RIBEIRO E MIRANDA, 1997), sendo também adaptável a diferentes sistemas de cultivo.

A inexistência de programas de seleção visando características zootécnicas de qualidade e rendimento de carcaça em peixes de clima tropical, como o surubim, gera um grande atraso no desenvolvimento de tecnologias para uma produção comercial eficiente. Os poucos dados disponíveis, apesar de grande importância para o conhecimento dessa espécie, são baseados apenas em características morfométricas isoladas e não em suas interações com a seleção de reprodutores para características de rendimento e qualidade da carcaça. A definição de um padrão de peso de abate, do efeito do sexo, conhecimentos a respeito dos rendimentos do peixe em filé e subprodutos, são informações de grande importância tanto para a indústria de processamento quanto para o produtor (THEODORO e CORREA FILHO, 2004).

Os mais importantes programas de melhoramento genético desenvolvidos no mundo têm incorporado as características de qualidade e desenvolvimento de carcaça como critérios de seleção após longo período visando apenas a taxa de crescimento (GJEDREM, 2000). Tais programas são exaustivamente empregados em peixes de clima temperado como o salmão (RYE e GJERDE, 1996) e a truta

(GJERDE e SCHAEFFER, 1989), tendo esses peixes tecnologia para produção e seleção consagradas.

Entretanto, a seleção para essas características apresenta dificuldades já que a mensuração direta envolve sacrifício do animal e a perda de um potencial reprodutor dentro do plantel, eliminando-se a possibilidade de aproveitamento de suas características em programas de seleção. As técnicas rotineiramente utilizadas para análise de rendimento de carcaça em animais, são baseadas em pesagens e medições sendo estressantes ou exigindo o sacrifício dos animais, o que gera um grande atraso em programas de melhoramento genético.

Diferentes metodologias de avaliação do rendimento de carcaça são rotineiramente empregadas na produção animal. Dentre elas podemos encontrar a mensuração por meio de pesagens, a biometria de locais específicos como área de olho de lombo, ou mesmo técnicas que preservem o animal vivo, como a ultra-sonografia. O desenvolvimento de métodos de avaliação de carcaça em animais vivos pode melhorar a eficiência de seleção e permitir rápido melhoramento genético na piscicultura.

A necessidade de buscarem-se técnicas que mantivessem o animal vivo fez com que a ultra-sonografia se despontasse como uma ferramenta importante com possibilidade de emprego para a maioria dos animais de produção. Contudo, sua utilização na piscicultura é recente sendo que os primeiros trabalhos relatam seu uso apenas para análises de parâmetros reprodutivos em peixes de clima temperado.

Por ser uma técnica não invasiva, precisa e de rápida mensuração pode ser empregada em laboratórios ou a campo. Seu grande potencial aliado às vantagens sobre as demais técnicas tem levado muitos pesquisadores a estudarem aplicações

variadas na experimentação animal em todo mundo (BRAUN, 1990).

Muitos trabalhos têm sido desenvolvidos com outras espécies animais visando correlacionar as medidas obtidas por US de áreas específicas, como a área do *longissimus dorsi* ou espessura de gordura, com o rendimento após o abate. Contudo, na piscicultura comercial, esses trabalhos só são desenvolvidos para espécies de clima temperado.

As frequências de ondas sonoras utilizadas para diagnóstico por imagem nos peixes estão entre 3,5 e 7,5 Mhz. Sendo que as diferentes aplicações do ultra-som na piscicultura estão diretamente relacionadas com a capacidade de reflexão de ondas no tecido do peixe, a composição corporal e a estrutura a ser visualizada. As aplicações do ultra-som na piscicultura abrangem as áreas de diagnóstico de doenças, avaliação de características e rendimento de carcaça e principalmente na reprodução (CREPALDI, 2004).

Na aquicultura, as pesquisas relacionadas com a avaliação de carcaça e suas correlações por meio do ultra-som só tiveram início há poucos anos após o trabalho de BOSWORTH et al. (2001). Esses autores avaliaram as imagens ultra-sonográficas de bagres-do-canal relacionado-as com o rendimento de carcaça dos animais após o abate encontrando altas correlações entre os mesmos.

No Brasil, essa situação é ainda mais evidente uma vez que o primeiro trabalho visando a seleção de peixes para rendimento de carcaça pelo ultra-som parece ser o de CREPALDI (2004), onde foi demonstrada a viabilidade da utilização da ultra-sonografia para avaliação do rendimento e qualidade da carcaça de surubins vivos e imersos em água, através da técnica desenvolvida pelo Setor de Aquicultura da Escola de Veterinária da UFMG. Nesse trabalho

compararam-se pontos distintos para obtenção de imagem a fim de verificar-se qual apresentava as maiores correlações com as medidas biométricas dos peixes.

O surubim apresenta crescimento aparentemente isométrico para algumas classes de peso (MIRANDA e RIBEIRO, 1997), o que representa uma vantagem, já que é possível fazer imagens ultra-sonográficas em tempo real, em uma só área do peixe e, a partir daí, estabelecer-se a relação de rendimento de toda sua carcaça. O uso da ultra-sonografia para avaliação de características de rendimento e qualidade de carcaça do surubim pode contribuir para a evolução da produção comercial dessa espécie.

Como os conhecimentos a respeito do potencial produtivo dessa espécie são restritos, vive-se um momento apropriado para definir-se, através das pesquisas, o peso ideal de abate além da seleção de reprodutores que atendam ao objetivo zootécnico de produção de carne.

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o rendimento de carcaça do surubim (*P. coruscans*) em diferentes classes de peso; e determinar as correlações entre as medidas obtidas pelas imagens ultra-sonográficas e as

mensurações biométricas obtidas nos peixes vivos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na região do Médio São Francisco próximo à cidade de São Francisco-MG, em um trecho de aproximadamente 10 km de rio (15° 47' 06,31" S; 44° 43' 55,20" O) onde ainda é possível encontrar-se populações de surubins (*P. coruscans*) puras e em abundância.

Com o auxílio de pescadores profissionais foram capturados 82 exemplares de surubins, com peso total variando entre 9,5 e 46,2 kg, nos anos de 2004 e 2005. Todos os peixes analisados eram fêmeas. Os petrechos utilizados nas capturas foram redes tipo caçea e anzóis.

Os peixes foram divididos em quatro grupos (Tabela 13) a fim de verificar-se a interferência do peso total nos demais parâmetros analisados.

Tabela 13: Grupos avaliados e classes de peso de surubins.

Grupo	Intervalo de peso (kg)	Peso médio (kg)	Número de peixes
01	9,5 - 15,0	12,48	23
02	15,1 - 20,0	17,88	22
03	20,1 - 25,0	23,19	20
04	> 25,1	31,19	17
TOTAL			82

Cada exemplar foi pesado e mensurado para comprimento total (CT) e comprimento padrão (CP). Utilizou-se um dinamômetro com precisão de 100 gramas na obtenção do peso total (PT), sendo esse caracterizado pelo peso do peixe depois de

retirado o excesso de água. O CT foi obtido com fita métrica com precisão de 1 milímetro sendo caracterizado pela mensuração da extremidade anterior do focinho à extremidade da nadadeira caudal e o comprimento padrão, compreendido

entre a extremidade anterior do focinho e o menor perímetro do pedúnculo caudal (Figura 43). O peso da carcaça (PC) foi obtido a partir da retirada das vísceras e enxágüe da cavidade celomática sendo

retirada à cabeça e mantidas as nadadeiras. A carcaça foi assim considerada por ser a forma de comercialização realizada na região.

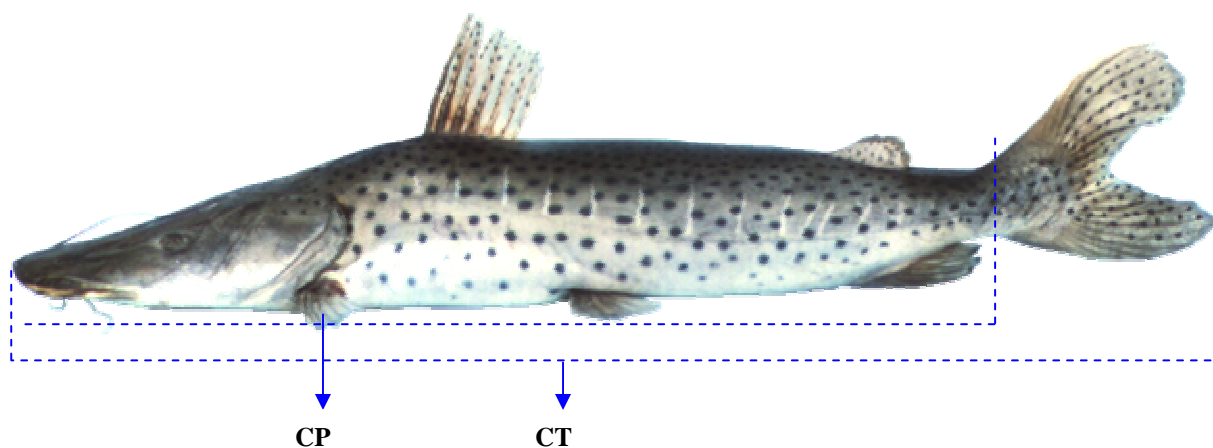


Fig. 43- Medidas lineares: CCAB= comprimento de cabeça; CT= comprimento total; CP= comprimento padrão em surubim (*Pseudoplatystoma* spp)

Os peixes após coletados foram levados imediatamente ao acampamento de apoio. Contudo, o tempo gasto até a chegada ao acampamento e os petrechos utilizados na captura, faziam com que, de uma maneira geral, os animais chegassem mortos ou com estado de saúde comprometido. Foram então medidos e pesados para obtenção do PT, CT, e CP. Logo após essa etapa, eram colocados dentro da água onde foram efetuadas imagens ultra-sonográficas dorso-ventrais.

O ponto escolhido para obtenção das imagens foi a base anterior da nadadeira adiposa (Figura 44). CREPALDI (2004), utilizando o ultra-som em 4 pontos distintos para avaliar o rendimento de carcaça em híbridos de surubim (*P.coruscans* X *P.Fasciatum*) detectou que a maior acurácia foi obtida das imagens desse ponto (base anterior da nadadeira adiposa)

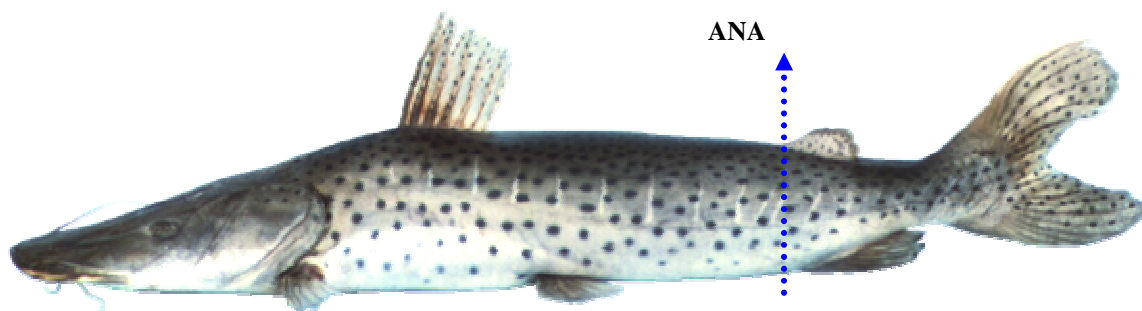


Fig. 44 - Ponto de obtenção das imagens ultra-sonográficas dorso ventrais: ANA (base anterior da nadadeira adiposa);

Pelas das imagens geradas, buscou-se mensurar a altura, largura e área da musculatura epi-axial (Figura 45) a fim de

correlacionar-se com os dados obtidos pelas análises biométricas.

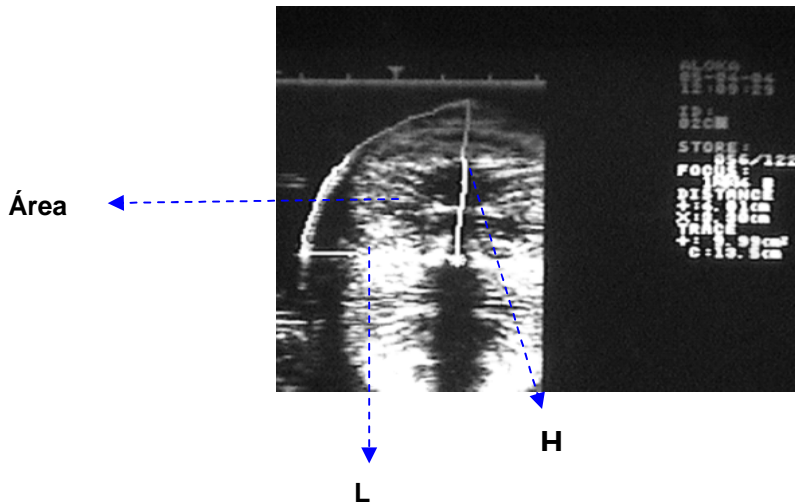


Fig. 45- Imagem ultra-sonográfica e mensurações da Altura (H); Largura (L) e Área da musculatura epi-axial em surubins. Foto: Daniel Crepaldi

O procedimento estatístico utilizado foi a das correlações de Pearson. Para a determinação das equações de regressão, empregou-se o procedimento de equações pré-definidas, optando-se por aquelas que melhor representassem as ocorrências biológicas. As equações que apresentaram os melhores coeficientes de determinação (R^2) foram selecionadas. Para constatação de diferenças entre tratamentos usou-se a análise de variância e foi aplicado o teste Student-Newman-Kells (SNK) a 5% de probabilidade para comparação das médias. Utilizou-se o programa SAEG 9.0 para todas as análises citadas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O surubim é uma das espécies de peixes de

água doce que atingem as maiores proporções, sendo que na bacia do rio São Francisco é, indubitavelmente, a maior delas. GODINHO et al. (1993) relata a captura de exemplares de até 1,82 m, RIBEIRO e MIRANDA (1997) de 1,39 m e MATEUS e PETRERE (2004) de 1,52 m. Nesse trabalho, o peso total variou de 9,5 a 46,2 kg e comprimento total de 0,96 a 1,76 m. Já as outras espécies do mesmo gênero, o cachara (*P. fasciatus*) e o caparari (*P. tigrinum*), encontrados em outras bacias, não ultrapassam 1,30 m (REID, 1983).

As médias e coeficientes de variação (CV) dos parâmetros biométricos estudados são apresentados na tabela 14. Excetuando-se o rendimento de carcaça, todas as variáveis avaliadas foram significativamente diferentes entre os quatro grupos estudados.

Tabela 14 - Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) de variáveis biométricas: Peso total (PT), comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), peso de carcaça (PCARC) em surubins (*Pseudoplatystoma coruscans*) em quatro classes de pesos.

	Nº peixes	C.T (m)	C.P (m)	P.T (kg)	PCARC (kg)	RENCARC (%)
Classe 1	23					
Médias		1,12 ^a	0,91 ^a	12,48 ^a	9,38 ^a	75,17 ^a
CV		5,64	5,81	13,87	14,25	4,21
Classe 2	22					
Médias		1,24 ^b	1,02 ^b	17,88 ^b	13,20 ^b	73,82 ^a
CV		3,55	4,44	8,12	8,22	3,05
Classe 3	20					
Médias		1,36 ^c	1,12 ^c	23,19 ^c	17,19 ^c	74,21 ^a
CV		4,26	4,47	6,92	6,28	2,88
Classe 4	17					
Médias		1,46 ^d	1,22 ^d	31,19 ^d	23,10 ^d	74,23 ^a
CV		6,76	8,43	17,19	16,11	5,01
Média Geral		1,28	1,06	20,42	15,15	74,38
CV Geral		11,21	12,51	35,83	35,29	3,83

Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Student-Newman-Kells (SNK) a 5% de probabilidade.

O comprimento total apresentou médias de 1,12; 1,24; 1,36; 1,46 m para os grupos 1, 2, 3 e 4 respectivamente aproximando-se da relação peso total / comprimento proposta por GODINHO et al. (1997) expressa pela equação $PC = 0,001734 \cdot CT^{3,335}$ onde PC é o peso corporal e CT o comprimento total dos peixes. É importante salientar que a equação indicada pelos autores foi estipulada a partir de mensurações de comprimento total que variavam entre 52 cm a 1,82 cm. Sendo assim, pode-se inferir que a relação entre comprimento total e peso corporal é aplicável a uma faixa de peso bem ampla. O coeficiente de variação geral encontrado foi baixo (11,21%) sendo que os valores até 20,0 % são considerados adequados nesse tipo de trabalho. O mesmo padrão foi observado quando obteve-se o CV dentro de cada classe de peso sendo eles 5,64; 3,55; 4,26; 6,76%. O maior CV (Classe 4) pode ser explicado pelo maior intervalo de peso atribuído a essa classe. Esses valores estão de acordo com o

encontrado por CREPALDI (2004), avaliando-se surubins em 2 classes de peso (2,7 e 1,5 kg e CV=5,5%).

O comprimento padrão médio (CP) encontrado para os grupos foram de 0,91; 1,02; 1,12 e 1,22 m, respectivamente com CV geral de 12,51%. Quando as classes foram avaliadas separadamente, o grupo 4 apresentou o maior CV (8,43%) mantendo a mesma tendência da avaliação do comprimento total para essa classe. Os outros grupos mantiverem um CV menor (classe 1: 5,81% ; classe 2: 4,44% e classe 3: 4,47%). MIRANDA e RIBEIRO (1997) avaliando 3 classes de peso em surubins puros (*P.coruscans*) de 3,6; 6,4 e 12,12 kg de peso médio citam CVs de 18,0; 4,0 e 8,0% respectivamente. Embora esses autores tenham trabalhado com surubins de menor tamanho, a equação por eles proposta ($PT = 0,019 \cdot CP^{3,523}$) adequa-se aos valores observados para os peixes dos quatro grupos aqui avaliados. CREPALDI (2004) achou

um CV de 5,5 % para surubins em 2 classes de peso (2,7 e 1,5 kg). A variação encontrada entre os trabalhos, principalmente nas classes de menor peso, pode ser atribuída à variação entre o número de peixes avaliados.

O peso total médio geral foi de 20,42 kg com CV de 35,3 %. Os grupos 1, 2, 3 e 4 apresentaram CV de 13,87; 8,12; 6,92 e 17,19% respectivamente. CREPALDI (2004) encontrou CV de 19,29% para grupos de surubins de 1,5 e 2,7 kg de peso médio. Já MIRANDA e RIBEIRO (1997) avaliando 3 classes de peso em surubins encontraram para a menor delas (peso médio de 3,6 kg) um CV de 45,13%, para a classe 2 (peso médio de 6,4 kg) um CV de 18,87% e para a classe 3 (peso médio de 12,12 kg) um CV de 18,36%. Normalmente, os coeficientes de variação para peso corporal são altos, sendo que as medidas de peixes mais jovens tendem a apresentar coeficientes de variação maiores que as de peixes mais velhos (GJEDREM, 1983). Os valores encontrados neste trabalho apresentam essa tendência apesar do grupo 4 (peixes mais pesados) terem apresentado o maior CV, o que pode ser explicado pelo maior intervalo de peso dentro dessa classe. A mensuração do peso total também sofre influência direta do estágio de maturação gonadal desses peixes, uma vez que ovários em estágio final de maturação atingem grandes proporções. SATO et al, (1997) encontraram ovários representando aproximadamente 5 % do peso total em 12 fêmeas de surubim com peso total médio de 13,2 kg. No presente trabalho os ovários em estágio final de maturação variaram de 2 a 5 % do peso total do peixe, a diferença encontrada em relação ao trabalho de SATO et al (1997) pode ser atribuída ao maior número de peixes aqui analisados. ROMAGOSA et al. (2003) avaliando 132 machos e 248 fêmeas de cachara, verificaram uma maior dispersão dos valores de peso em relação aos valores mais elevados do comprimento, provavelmente devido ao peso das gônadas.

Os pesos de carcaça foram 9,38; 13,20; 17,19 e 23,10 kg para os grupos 1, 2, 3 e 4 respectivamente. RIBEIRO e MIRANDA (1997) encontraram valores de peso da carcaça de 2,52 kg, 4,6 kg e 8,64 kg em 3 classes com peso médio de 3,6 kg, 6,4 kg e 12,10 kg. CREPALDI (2004) encontrou valores de 1,89 e 1,01 kg para surubins em 2 classes de peso (2,7 e 1,5 kg).

O rendimento de carcaça médio geral foi de 74,38%. O grupo 1 apresentou um rendimento médio de 75,17%, o grupo 2 de 73,82%, o grupo 3 de 74,21% e o grupo 4 de 74,23% não havendo diferença estatística entre eles. Tal fato pode ser explicado por terem sido avaliados somente exemplares adultos, sendo que esses peixes tendem a apresentar uma conformação corporal mais uniforme além de um crescimento mais lento. RIBEIRO e MIRANDA (1997) avaliaram 37 surubins machos, divididos em 3 classes de peso (3,6; 6,4 e 12,12 kg) com rendimentos de carcaça de 69,86; 71,94 e 71,63% respectivamente. Os quatro grupos avaliados nesse experimento apresentaram rendimentos superiores aos de RIBEIRO e MIRANDA (1997). Esta diferença pode estar associada ao fato de que, no presente trabalho, a carcaça foi considerada com as nadadeiras, enquanto no trabalho de RIBEIRO e MIRANDA (1997) a carcaça foi considerada sem as nadadeiras sendo que a caudal foi seccionada à altura do perímetro peduncular. O fato de RIBEIRO e MIRANDA (1997) terem analisado somente machos pode ter também influenciado as respostas; nesse trabalho os quatro grupos foram formados por fêmeas uma vez que não foram capturados machos com peso total acima de 9,5 kg. Tal fato está de acordo com o trabalho de BRITO e BAZZOLI (2003) que avaliaram 104 surubins encontrando só fêmeas acima de 100 cm de comprimento total e o de GODINHO et al. (1997) que relata a captura de machos até 125,6 cm e 19,8 kg num total de 152 peixes, entretanto, esse autor afirma que 83% deles estavam na classe de 66-97 cm. Os dados

avaliados por diferentes pesquisadores demonstram que, nessa espécie, as fêmeas tendem a atingir maior tamanho. RESENDE et al. (1995) verificaram que as fêmeas de cachara são superiores em crescimento quando comparadas aos machos a partir do 1º ano de vida e para o pintado (*P. coruscans*) essa diferenciação apareceu a partir do segundo ano. ROMAGOSA et al (2003) avaliaram a interferência do sexo em *P. fasciatum* em 14 classes de comprimento total (28 a 69,9 cm) verificando que nas classes de comprimento inferior os machos apresentavam peso ligeiramente superior, entretanto, a partir da classe de 43,0cm - 45,9cm, essa relação se inverte, fato também constatado por REID (1983), para *P. tigrinum* e *P. fasciatum* capturados em ambiente natural. ROMAGOSA et al (2003) também relatam que não foram capturados machos a partir da classe de 58,0cm - 60,9cm.

Os valores de rendimento de carcaça superaram os resultados encontrados por CREPALDI (2004), que encontrou rendimentos de 66,9% e 70,9% em dois grupos estudados, porém a média de peso analisada foi de 1,5kg e 2,7kg respectivamente. Pode-se supor que a diferença encontrada está relacionada à variação entre os pesos avaliados e pela carcaça ter sido classificada sem a retirada das nadadeiras. CREPALDI (2004) verificou visualmente, que a quantidade restante de carne contida no pedúnculo caudal, quando seccionado, ainda que não mensurada no trabalho, contribuiria ainda mais para o aumento da porcentagem de carcaça do surubim. THEODORO e CORREA FILHO (2004) citam valores de 72,89% e 72,02% para 2 classes de pesos estudadas em surubim (*Pseudoplatystoma* sp) no estado de Mato Grosso do Sul (1298-1500 g e 1501-1823 g). Essas variações nos rendimentos de carcaça obtidos por outros autores, podem ser explicadas pelas diferentes origens dos peixes utilizados (diferentes linhagens), manejos nutricionais distintos e diferentes

metodologia de obtenção da carcaça utilizadas em cada experimento.

Os valores encontrados para o rendimento de carcaça do surubim podem ser considerados satisfatório, principalmente quando comparados às espécies tradicionalmente cultivadas, equiparando-se à truta arco-íris, com 71,6% (MORKRAMER et al, 1985), superando os do bagre do canal (*Ictalurus punctatus*), com 68,6% (EL-IBIARY e JOICE, 1978) e 69,04% (SOUZA et al, 1999), da carpa capim, com 62% (SHIREMAN e SMITH, 1983) e da tilápia Nilótica, com 51% (BOSCOLO et al., 2001; CLEMENTS, 1992). É importante salientar que todas as espécies citadas anteriormente vêm sendo empregadas na aquicultura mundial há vários anos e os valores de rendimento de carcaça das mesmas refletem os anos de pesquisas buscando a seleção dos peixes que apresentaram as melhores características zootécnicas. Sendo assim, o surubim, demonstra, mais uma vez, seu grande potencial para a piscicultura comercial, uma vez que o rendimento de carcaça por ele alcançado foi similar ou superior às demais espécies, mesmo não tendo sofrido, em momento algum de sua história, qualquer manejo ou seleção visando o melhoramento da espécie para a produção comercial (CREPALDI, 2004).

O rendimento de filé encontrado por CREPALDI (2004) foi de 49,16 %. Estes valores estão de acordo com o encontrado por RIBEIRO e MIRANDA (1997) de 48,26% e por THEODORO e CORREA FILHO (2004) de 48,66% em surubins. Apesar dos últimos autores terem relatado rendimento de carcaça superior, os valores para rendimento de filé estão próximos aos obtidos por CREPALDI (2004), o que reforça a possibilidade de diferenças entre as metodologias de obtenção da carcaça ou menor eficiência na filetagem dos peixes. Para o rendimento de filé, o surubim apresentou valores inferiores aos da truta

arco-íris, com 57,8% (SMITH et al, 1988), do salmão com 57,8% (*Oncorhynchus kisutch*) (NEIRA et al., 2004) e da carpa capim com 55% (SHIREMAN e SMITH, 1983), mas superando os da tilápia nilótica com 36,58% (SOUZA, 2002), do bagre africano com 46,28% (SOUZA et al. 1999) e bagre de canal com 37% (*Ictalurus punctatus*) (CLEMENTS, 1992), sendo que estas duas últimas são as espécies cultivadas, taxonomicamente, mais próximas, do surubim.

Segundo TAVARES (1997), os surubins apresentam um crescimento total aparentemente isométrico, considerando todos os seus índices zootécnicos e características de rendimentos de carcaça, que o credenciam, sob esses aspectos, como uma espécie com alto potencial para a produção comercial. Estas afirmações estão de acordo com MIRANDA e RIBEIRO (1997), que verificaram no surubim uma proporcionalidade entre o comprimento padrão e a altura do corpo e entre o comprimento padrão e o comprimento da cabeça, apresentando altas correlações, demonstrando que o surubim possui crescimento aparentemente isométrico. Em concordância com esses autores, também foi observado crescimento isométrico em relação ao rendimento de carcaça nas 4 faixas de peso estudadas. Entretanto, CREPALDI (2004), encontrou alometria no crescimento de surubins em duas classes de peso (1,5kg e 2,7kg), tal fato pode ser explicado pelo tamanho dos peixes analisados, uma vez que o crescimento nas fases iniciais de vida pode ser diferente daquele encontrado em outras fases. MENEZES (1956), citado por RIBEIRO E MIRANDA (1997) concluiu que o rendimento em carne útil do surubim varia em função do tamanho do indivíduo, citando rendimentos de 53% para um exemplar de 1,4kg de peso e de 64% para o outro de 33,0 kg, embora o autor não tenha especificado o que se considerou como carne útil. Esses dados demonstram que não existe

crescimento isométrico no surubim quando são consideradas amplas faixas de peso.

Os 4 grupos de surubins avaliados apresentaram um melhor rendimento em relação aos resultados encontrados na literatura. Tal fato poder ser explicado, possivelmente, pela tendência desse peixe tornar-se relativamente mais compacto com o aumento de tamanho (MIRANDA e RIBEIRO, 1997). Porém, mais estudos são necessários para se definir quando o crescimento dessa espécie passa a ser isométrico.

Na tabela 15 encontram-se os valores das mensurações realizadas pela ultra-sonografia no ponto escolhido (Base anterior da nadadeira adiposa - ANA). Tal escolha baseou-se no trabalho de CREPALDI (2004) onde foram avaliados diferentes pontos de obtenção de imagens ultra-sonograficas a fim de definir-se qual deles apresentou as maiores correlações com as mensurações biométricas dos peixes. O ponto 3 (ANA) apresentou as melhores correlações (0,91) entre rendimento de carcaça e a altura da musculatura mensurada através da imagem. Sendo assim, definiu-se qual ponto seria mais apropriado para futuras pesquisas além de demonstrar a viabilidade da utilização do ultra-som na avaliação do rendimento de carcaça em surubins vivos.

Para todas as classes de peso os valores da altura da musculatura superaram a largura demonstrando que o padrão de crescimento muscular parece permanecer o mesmo independente do tamanho do peixe avaliado. Os coeficientes de variação foram baixos (<10%) o que demonstra a confiabilidade na obtenção desses dados. Já o CV da área da musculatura foi superior (média geral de 22,77%) o que pode ser explicado pela maior dificuldade em obter-se essa mensuração além do maior número de fatores que podem influenciar no resultado. Os valores obtidos para altura, largura e área da musculatura epiaxial mensurados pela

ultra-sonografia refletiram a estrutura corporal do surubim nesta faixa de peso.

Tabela 15- Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) de variáveis ultra-sonograficas em surubins. Altura da Musculatura epiaxial (HANA), Largura da Musculatura epiaxial (LANA), Área da Musculatura epiaxial (AREA).

	Nº de peixes	HANA (cm)	LANA (cm)	AREA (cm²)
Classe 1	23			
Médias		7,04	5,64	29,37
CV		7,68	7,73	15,01
Classe 2	22			
Médias		7,55	6,11	34,01
CV		8,45	6,68	18,67
Classe 3	20			
Médias		8,33	6,83	42,10
CV		6,47	6,53	9,16
Classe 4	17			
Médias		9,04	7,25	47,54
CV		5,37	8,51	11,37
Média Geral		7,90	6,39	37,47
CV Geral		11,76	12,22	22,77

A tabela 16 apresenta as correlações simples de Pearson entre as mensurações biométricas efetuadas e as medidas ultra-sonograficas da musculatura epi-axial na classe de peso 1.

A classe de peso 1 (média de 12,48 kg) apresentou altas correlações para as medidas biométricas (0,73 a 0,97) excetuando-se o rendimento de carcaça que não demonstrou significância para nenhuma

das correlações apresentadas. O peso total apresentou os maiores valores: 0,82 para CT, 0,83 para CP e 0,96 para PCARC, uma vez que este parâmetro tem influencia direta em todos os outros analisados. Esses dados estão de acordo com os de CREPALDI (2004) onde foram relatadas correlações entre PT e PCARC de 0,99 e 0,97 para surubins em duas classes de peso (1,5 e 2,7 kg).

Tabela 16- Correlações de Pearson entre as medidas biométricas comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), peso total (PT), peso de carcaça (PCARC) com as mensurações de imagens ultra-sonograficas altura (H), largura (L) e área da musculatura epiaxial em surubins (*Pseudoplatystoma coruscans*) na classe de peso 1.

CLASSE 1								
	CT	CP	PT	PCARC	RENCARC	HANA	LANA	AREA
CT	1	0,97	0,82	0,73	-	-	-	-
CP	0,97	1	0,83	0,79	-	-	-	-
PT	0,82	0,83	1	0,96	-	-	0,49	-
PCARC	0,74	0,79	0,96	1	-	-	0,48	0,37
RENCARC	-	-	-	-	1	-	-	-
HANA	-	-	-	-	-	1	0,58	0,88
LANA	-	-	0,49	-	0,03	0,58	1	0,83
AREA	-	-	-	0,37	-	0,88	0,83	1

A tabela 17 apresenta as correlações simples de Pearson entre as mensurações biométricas efetuadas e as medidas ultra-sonograficas da musculatura epi-axial na classe de peso 2. Com uma média de PT de 17,88 kg, essa classe apresentou correlações que variaram

de 0,48 à 0,93, tanto o PT quanto o CT mostraram valores altos, sendo o maior deles de 0,93 para a correlação entre PT e PCARC.

Tabela 17- Correlações de Pearson entre as medidas biométricas comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), peso total (PT), peso de carcaça (PCARC) com as mensurações de imagens ultra-sonograficas altura (H), largura (L) e área da musculatura epiaxial em surubins (*Pseudoplatystoma coruscans*) na classe de peso 2.

CLASSE 2								
	CT	CP	PT	PCARC	RENCARC	HANA	LANA	AREA
CT	1	0,83	0,77	0,72	-	-	-	-
CP	0,83	1	0,52	0,48	-	-	-	-0,47
PT	0,77	0,52	1	0,93	-	-	0,49	-
PCARC	0,72	0,48	0,93	1	-	-	0,56	-
RENCARC	-	-	-	-	1	-	-	-
HANA	-	-0,55	-	-	-	1	0,73	0,78
LANA	-	-	0,49	0,56	-	0,73	1	0,69
AREA	-	-0,47	-	-	-	0,78	0,69	1

A tabela 18 apresenta as correlações simples de Pearson entre as mensurações biométricas efetuadas e as medidas ultra-sonograficas da musculatura epi-axial na classe de peso 3 (PT médio de 23,19 kg). As correlações encontradas para essa classe

de peso foram, de uma maneira geral, superiores às 2 outras classes já citadas. O PT apresentou valores de 0,79 e 0,90 em relação ao CP e ao PCARC respectivamente, enquanto o CT alcançou 0,98 e 0,76 para CP e PT.

Tabela 18- Correlações de Pearson entre as medidas biométricas comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), peso total (PT), peso de carcaça (PCARC) com as mensurações de imagens ultrasonográficas altura (H), largura (L) e área da musculatura epiaxial em surubins (*Pseudoplatystoma coruscans*) na classe de peso 3.

CLASSE 3								
	CT	CP	PT	PCARC	RENCARC	HANA	LANA	AREA
CT	1	0,98	0,76	0,71	-	-	-	-
CP	0,98	1	0,79	0,74	-	-	-	-
PT	0,76	0,79	1	0,90	-	-	-	-
PCARC	0,71	0,74	0,90	1	-	-	-	-
RENCARC	-	-	-0,45	-	1	-	-	-
HANA	-	-	-	-	-	1	0,60	0,82
LANA	-	-	-	-	-	0,60	1	0,77
AREA	-	-	-	-	-	0,83	0,77	1

A tabela 19 apresenta as correlações simples de Pearson entre as mensurações biométricas efetuadas e as medidas ultrasonográficas da musculatura epi-axial na classe de peso 4 (PT médio de 31,19 kg).As

maiores correlações encontradas para as classe de peso 3 e 4 podem ser atribuídas ao maior tamanho desses peixes, e por eles já se encontrarem em uma fase de desaceleração do crescimento.

Tabela 19- Correlações de Pearson entre as medidas biométricas comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), peso total (PT), peso de carcaça (PCARC) com as mensurações de imagens ultrasonográficas altura (H), largura (L) e área da musculatura epiaxial em surubins (*Pseudoplatystoma coruscans*) na classe de peso 4.

CLASSE 4								
	CT	CP	PT	PCARC	RENCARC	HANA	LANA	AREA
CT	1	0,94	0,94	0,89	-	-	0,55	-
CP	0,94	1	0,92	0,88	-	-	-	-
PT	0,94	0,92	1	0,95	-	-	0,52	0,52
PCARC	0,89	0,88	0,95	1	-0,01	-	0,58	0,63
RENCARC	-	-0,45	-	-0,01	1	0,53	-	-
HANA	-	-	-	-	0,53	1	0	0,59
LANA	0,55	-	0,52	0,58	-	-0,02	1	0,73
AREA	-	-	0,52	0,64	-	0,59	0,73	1

As medidas ultra-sonográficas apresentaram uma distribuição heterogênia de valores (correlações de -0,47 a 0,58) em todas as classes de peso, sendo que a maioria foi sem significância quando comparadas às mensurações biométricas. A largura da musculatura teve uma correlação de 0,49 a 0,52 com o peso total e para o peso de carcaça entre 0,48 e 0,58 enquanto a área

apresentou 0,37 para o PCARC na classe 1 e 0,63 na classe 4. CREPALDI (2004) encontrou correlações de 0,79 entre largura da musculatura e PCARC e de 0,90 entre a área e o PCARC. A diferença entre os trabalhos pode ser atribuída à variação entre as classes de peso analisadas uma vez que CREPALDI (2004) estudou peixes mais leves (1,5 e 2,7 kg). No trabalho citado, o autor comparou 4 pontos de obtenção de imagem, concluindo que a base anterior da

nadadeira adiposa foi, de uma maneira geral, o que apresentou as melhores correlações para aquelas classes. O trabalho de RIBEIRO e MIRANDA (1997) relata um crescimento aparentemente isométrico dessa espécie, contudo, as classes de peso avaliadas por CREPALDI (2004) apresentaram um padrão alométrico, fato confirmado por ROMAGOSA et al (2003) e GODINHO et al. (1997). Sendo assim, pode-se supor que o ponto de obtenção de imagens considerado ótimo para classes de peso menor, não podem ser aplicados a exemplares de maior tamanho, ou seja, há uma visível diferença no padrão de crescimento muscular dessa espécie durante seu ciclo de vida.

Na tentativa de descrever as características biométricas de rendimento em função das variáveis mensuradas, foram determinadas equações de regressão ($p < 0,001$).

Para todas as classes as equações que apresentaram os melhores coeficientes de determinação foram as do tipo linear. O PT e o PCARC em função do CT foram assim descritos para cada classe:

Classe 1:

$$PT = -19,9648 + 28,8165 CT$$

$$R^2 = 0,56$$

$$PCARC = -16,7915 + 23,1803 CT$$

$$R^2 = 0,52$$

Classe 2:

$$PT = -13,4550 + 25,2809 CT$$

$$R^2 = 0,57$$

$$PCARC = -8,85552 + 17,7896 CT$$

$$R^2 = 0,50$$

Classe 3:

$$PT = -5,42474 + 21,0521 CT$$

$$R^2 = 0,55$$

$$PCARC = -0,853293 + 13,2769 CT$$

$$R^2 = 0,48$$

Classe 4

$$PT = -43,1918 + 50,8366 CT$$

$$R^2 =$$

$$0,87$$

$$PCARC = -26,1256 + 33,6416 CT \quad R^2 = 0,77$$

As classes 1, 2 e 3 apresentaram coeficientes de determinação baixos e/ou medianos. ALGHAIS (1993) citado por ROMAGOSA et al. (2003) considera que o desenvolvimento das gônadas pode ser a razão da flutuação dos valores, concluindo que a relação peso/comprimento deve ser calculada para três períodos: pré-desova, desova e pós-desova. A classe 4 teve valores melhores, o que pode ser explicado por serem peixes mais velhos onde a crescimento corporal tende a ser mais lento implicando em menos fatores interferindo nos parâmetros avaliados.

6. CONCLUSÕES

Não foram observadas diferenças significativas de rendimento de carcaça entre as diferentes classes de peso.

As correlações entre as medidas ultrasonográficas, no ponto escolhido, e os mensurações biométricas foram baixas ou sem significância.

O ponto de obtenção de imagens considerado ótimo para classes de peso menor, não podem ser aplicados a exemplares de maior tamanho, ou seja, há diferença no padrão de crescimento muscular dessa espécie durante seu ciclo de vida.

Estudos devem ser realizados a fim de melhor caracterizar o crescimento, e avaliar-se outros pontos de obtenção de imagens dentro das classes de peso avaliadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-GHAIS, S. M. Some aspects of biology of *Siganus canaliculatus* in the Southern. Arabian Gulf Bulletin of Marine Science, Kuwait, v.52, p. 886-897, 1993.
- BLYTHE, B.; HELFRICH, L.A.; BEAL W.E. et al. Determination of sex and maturational status of striped bass (*Morone saxatilis*) using electronic ultrasonic imaging. *Aquaculture*, v. 125, n.1/2, p.175-184, 1994.
- BRITO, M.F.G., BAZZOLI, N. Reproduction of the surubim catfish (*Pisces*, *Pimelodidae*) in the São Francisco River, Pirapora Region, Minas Gerais, Brazil. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.55, n.5, p.624-633, 2003.
- BONAR, S.A.; THOMAS, B.P; GILBERT, B.P. et al. Use of ultrasonic images for rapid no lethal determination of sex and maturity of Pacific Herring. *North Am. J. Fish. Manage.* v. 9, p. 364-366, 1989.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI,C.; SOARES, C. M.; et al. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 30, n. 5, p.1391-1396, 2001.
- BOSWORTH, B.G.; HOLLAND, M.; BRAZIL, B.L. Evaluation of ultrasound imagery and body shape to predict carcass and fillet yield in farm-raised catfish. *J. Anim. Sci.*, v.79, p.1483-1490, 2001.
- BRAUN, U. Ultrasonography examination of the liver in cows. *Am. J. Vet. Res.*,v. 51, n. 10, p. 1522-1526, 1990.
- CLEMENTS, S. Comparison of processing yield and nutrient composition of cultured tilapia and channel catfish. 1992. 20 f. Thesis (M.S.) Auburn University, Auburn.
- CREPALDI, D.V. Avaliação da técnica de ultra-sonografia como indicador de rendimento de carcaça e biometria em surubim (*Pseudoplatystoma* spp.). Belo Horizonte. Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. 2004. 39p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. 2004.
- EL-IBIARY, H.M., JOICE, J.A. Heritability of body size traits, dressing weight and lipid content in channel catfish. *J. Anim. Sci.*, v. 47, n.1, p. 82-88, 1978.
- GHAEDIAN, R.; DECKER, A.E.; McCLEMENTS, D.J. Use of ultrasound to determine cod fillet composition. *J. Food Sci.*, v. 62, n. 3, 1997.
- GHAEDIAN, R.; COUPLAND, J.N.; DECKER, E.A. et al. Ultrasonic determination of fish composition. *J.Food Eng.*, v. 35, p.323-337,1998.
- GJEDREM, T. Genetic variation in quantitative traits an selective breeding in fish and shellfish. *Aquaculture*, v. 33, n. 1/4, p. 51-72, 1983.
- GJEDREM, T.. Genetic improvement of cold-water fish species. *Aquac. Res.*, v. 31, p. 25-33, 2000.
- GJERDE, B., SCHAEFFER, L.R.. Body traits in rainbow trout: II. Estimates of heritabilities and genetic correlations. *Aquac.*, v. 80, p. 25- 44, 1989.
- GODINHO, H.P.; MIRANDA, M.O.T.; GODINHO, A.L.; et al. Pesca e biologia do surubim *Pseudoplatystoma coruscans* no rio São Francisco em Pirapora, MG. In: Reunião do grupo de avaliação técnica de Siluriformes do Brasil, 1, 1990, Pirassununga, SP: CEPTA/IBAMA, 9p.

1990.

GODINHO, H.P.; MIRANDA, M.O.T.; GODINHO, A.L.; et al. Pesca e biologia do surubim *Pseudoplatystoma coruscans* no rio São Francisco em Pirapora, MG. In: Reunião do grupo de avaliação técnica de Siluriformes do Brasil, 1993, Pirassununga, SP: CEPTA/IBAMA, 9p, 1993.

GODINHO, H.P.; MIRANDA, M.O.T.; GODINHO, A.L.; et al. Pesca e biologia do surubim *Pseudoplatystoma coruscans* no rio São Francisco. In: MIRANDA, M.O.T. (Org.). Surubim. Belo Horizonte: IBAMA, 1997. p.27-42 (Coleção Meio Ambiente, Série Estudos Pesca, 19).

GODINHO, H.P., VIEIRA, F. Ictiofauna do estado de Minas Gerais. In: Biodiversidade em Minas Gerais - Um atlas para sua conservação. Fundação Biodiversitas. Belo Horizonte.

GODINHO, A.L.; BRITO, M.F.G.; GODINHO, H.P. Evidências de colapso pesqueiro no médio São Francisco. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, 14, 2001, São Leopoldo. Anais... São Leopoldo, 2001. CD.

GRIFFIN, P.G.; GINTHER, O.J. Research applications of ultrasonic imaging in reproductive biology. J. Anim. Sci. v., 70, p. 953-972, 1992.

GUMPENBERGER, M.; HOCHWARTNER MAG, O.; LOUPAL, G. Vet. Rad. Ultrasound, v. 45, n. 2, p. 139-142, 2004.

HAFSTEINSSON, H.; PARKER, K.; CHIVERS, R. et al. Application of ultrasonic waves to detect seal worms in fish tissue. J. Food Sci., v. 54, p.244-247, 1989.

HUANG, C. M.; LIAO, J. C. Response to mass selection for growth rate in *Oreochromis niloticus*. Aquaculture,

Amsterdam, v.85, p. 199-205, 1990.

KARLSEN, O.; HOLM, J.C. Ultrasonography, a non-invasive method for sex determination in cod (*Gadus morhua*). J.Fish Biol. v. 44, n. 6, p. 965-971, 1994.

LOVE, N.E.; LEWBART, G.A. Pet radiography: Technique and case history reports. Vet. Radiol. Ultrasound. v. 38, n. 1, p. 24-29, 1997.

MARTIN, R.M.; MYERS, J. SOWER, S.A. et al. Ultrasonic imaging, a potential tool for sex determination of live fish. North Am. J. Fish. Manage. v. 3, n.3, p.258-264, 1983.

MATEUS, L.A.F. PETRERE, Jr. M. Age, growth and yield per recruit analysis of the pintado *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829) in the Cuiabá river basin, Pantanal Matogrossense, Brazil. Braz. J. Biol. v. 64, n.2, p.257-264, 2004.

MATTSON, N.S. A new method to determine sex and gonad size in live fish by using ultrasonography. J. Fish Biol., v. 39, n. 5, p. 673-677, 1991.

MENEZES, R.S. O surubim do Rio São Francisco. Boletim da Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio da Bahia. Salvador, v.16, p.63-65, 1956.

MORKRAMER, S., HORSTGENSCHWARK, G., LANGHOLZ, H.J. Comparison of different European rainbow trout populations under intensive production conditions. Aquac., v. 44, n. 4, p. 303-320, 1985.

NEIRA, R.; Lhorenteb, J.P.; ARANEDAA, C. DÍ AZA, N.; et al. Studies on carcass quality traits in two populations of Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*): phenotypic and genetic parameters. Aquacult. 2004 (Article in press) www.elsevier.com/locate/aqua-online. Acesso em 05/07/2007.

- PEREIRA, C. J.; SCHLINDWEIN, A. P. Correlações de características morfológicas de carpa comum, *Cyprinus carpio* aos 200 dias de idade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 1996, Sete Lagoas. Resumos...Sete Lagoas: Associação Brasileira de Aqüicultura, 1996. p. 58.
- REID, S. La biología de los bagres rayados *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P.tigrinum* en la cuenca del Rio Apure, Venezuela. Revista Unellez Cienc.Tecnol, v.1, n. 1, p.13 - 41, 1983.
- REIMERS, E.; LANDMARK, P.; SORSDAL, T. et al. Determination of salmonid's sex maturation and size: an ultrasound and photocell approach. Aquac.Mag., v.13, p.41-44, 1987.
- RESENDE, E. K. et al. Biología do curimatá (*Prochilodus lineatus*), pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) na bacia hidrográfica do rio Miranda, Pantanal do Mato Grosso do Sul. Corumbá, MS: Embrapa - CPAP, 1995. 75 p. (Embrapa - CPAP. Boletim de Pesquisa, 02).
- RIBEIRO, L.P.; MIRANDA, M.O.T. Rendimentos de processamento do surubim *Pseudoplatystoma coruscans*. In: MIRANDA, M.O.T. (Org.). Surubim. Belo Horizonte: IBAMA, 1997. p.43-56, p.101-111 (IBAMA. Coleção Meio Ambiente, Série Estudos Pesca, 19).
- ROMAGOSA, E, PAIVA,P, GODINHO, H.M, ANDRADE-TALMELLI, E.F. Características morfométricas e crescimento do cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), em cativeiro. Acta Scientiarum Animal Sciences. Maringá, v. 25, no. 2, p. 277-283, 2003.
- RYE, M., GJERDE, B.. Phenotypic and genetic parameters of body composition traits and flesh color Atlantic salmon, *Salmo salar* L. Aquac. Res., v. 27, p.121- 133, 1996.
- SATO, Y., CARDOSO, E. L., SALLUM, W. B., GODINHO H.P. Indução experimental do surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*). In: MIRANDA M.O.T. (org.). Surubim. Belo Horizonte: IBAMA. (coleção Meio Ambiente, Série Estudos da Pesca, 19), p. 69-79, 1997.
- SHIREMAN, J.V., SMITH, C.R. Synopsis of biological data on the grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Cuvier and Valenciennes, 1844). Rome: FAO, 1983. 86p. (FAO Fisheries Synopsis, 135).
- SMITH, R.R., KINCAID, H.L., REGENTEIN, J.M; et al. Growth carcass composition, and taste of rainbow trout of different strains fed diets containing primarily plant or animal protein. Aquac, v.70, n. 4, p. 309-321, 1988.
- SOUZA, M.L.R., LIMA, S., FURUYA, W.M., PINTO, A.A., LOURES, B.T.R.R.L., POVH, J.A . Estudo de carcaça do bagre africano (*Clarias gariepinus*) em diferentes categorias de peso. Acta Scientiarum, v.21, p.637-644, 1999.
- SOUZA, M. L. R. Comparação de seis métodos de filetagem, em relação ao rendimento de filé e de subprodutos do processamento da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) R. Bras. Zootec., v. 31, n. 3, p. 1076-1084, 2002.
- SUVANICH, V.; GHAEDIAN, R.; CHANAMAI, R.; et al. Prediction of proximate fish composition from ultrasonic properties: Catfish, cod, flounder, mackerel and salmon. J. Food Sci., v. 63, n. 6, p. 966-968, 1998.
- TAYLOR, F.G.R.; HILLYER, M.H. Diagnostic techniques in equine medicine. Philadelphia: W. B. Saunders. 1997. 348 p.

TAVARES, M.P. O surubim. In: MIRANDA, M.O.T. (Org.). Surubim. Belo Horizonte: IBAMA, 1997b. p.9-25 (IBAMA. Coleção Meio Ambiente, Série Estudos Pesca, 19).

THEODORO, A.C.M.; CORREA FILHO, R.A.C. Efeito de duas classes de peso e de sexo sobre os rendimentos do processamento de surubins (*Pseudoplatystoma* spp.) cultivados. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41. Campo Grande, 19 a 22 de julho de 2004. Anais... (recurso eletrônico). Campo Grande: SBZ: EMBRAPA Gado de Corte, 2004.