

CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE CURIMBA (*Prochilodus lineatus*), PACU (*Piaractus mesopotamicus*) E PIRACANJUBA (*Brycon orbignyanus*)

JULIANA MILAN DE AQUINO SILVA

2007

JULIANA MILAN DE AQUINO SILVA

CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE CURIMBA (*Prochilodus lineatus*), PACU (*Piaractus mesopotamicus*) E PIRACANJUBA (*Brycon orbignyanus*)

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração Produção Animal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Luis David Solis Murgas

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Silva, Juliana Milan de Aquino

Características Reprodutivas de Curimba (*Prochilodus lineatus*), Pacu
(*Piaractus mesopotamicus*) e Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) / Juliana Milan de
Aquino Silva. - Lavras : UFLA, 2007.

75 p. : il.

Orientador: Luis David Solis Murgas

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Curimba. 2. Piracanjuba. 3. Pacu. 4. Reprodução. 5. Sêmen. 6. Taxa de
fertilidade. 7 Desova. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-639.375

JULIANA MILAN DE AQUINO SILVA

CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE CURIMBA (*Prochilodus lineatus*), PACU (*Piaractus mesopotamicus*) E PIRACANJUBA (*Brycon orbignyanus*)

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração Produção Animal, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 16 de fevereiro de 2007.

Profa. Dra. Priscila Rosa Logato

DZO/UFLA

Prof. Dr. Carlos José Pimenta

DCA/UFLA

Dra. Maria Emília de Sousa Gomes Pimenta

EPAMIG

Prof. Luis David Solis Murgas
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

“Comece por fazer o que é necessário, depois o que é possível e de repente estará a fazer o impossível.”

(São Francisco de Assis)

OFEREÇO

Aos meus pais, Aquino da Silva Filho e Julia Milan Correa da Silva, por se desdobrarem para me dar este bem precioso, a educação.

Ao meu irmão, Rodrigo Milan de Aquino Silva, por me ajudar a me tornar um pessoa forte e responsável.

Vocês Três são meus exemplos e alicerces, para enfrentar os problemas de frente e não desistir ao sinal de alguma dificuldade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS, pela minha vida, pela saúde, pelos dons que recebi, pela minha família e amigos.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Zootecnia (DZO), pela oportunidade de realizar o Mestrado.

Ao professor Luis David Solis Murgas, pela orientação.

À Companhia Energética de Minas Gerais que possibilitou a execução da pesquisa e a toda a equipe da Estação Ambiental de Itutinga, Gilson Antônio Azarias, Darly Quirino de Assis, Jaílson Maximiano, André Ferreira da Silva e Rodney Resende.

Aos professores Priscila Rosa Logato, Carlos Pimenta e Maria Emília de Sousa Gomes Pimenta, por se disponibilizarem a participar da banca e contribuírem com esse trabalho.

Aos colegas Alessio B. Miliorini, Gilmara J. M. Pereira, Daniele de Lima, Ana Luísa N. Alvarenga e Micaela Guidotti, por auxiliarem durante a execução da pesquisa, e a Viviane de O. Felizardo, Mariana M. Drumond, Camila C. Abreu e Aline F. S. de Carvalho, por serem prestativas e ajudarem, de certa forma, na fase final do meu mestrado.

Aos funcionários e colegas da pós-graduação, pela agradável convivência durante o curso na UFLA, em Lavras.

As minhas amigas de graduação Natacha Prado e Lizandra Alves pelo companheirismo e bons momentos que passamos juntas.

Aos meus queridos amigos Daisy Regina dos Santos, Roberta Fabbri Viscardi, Vitória M. Longo, Taiane K. de Oliveira, Tárík K. de Oliveira, Verônica M. K. de Oliveira, Tadeu P. de Oliveira e Denise N. Esmeraldo, por torcerem de longe pelo meu sucesso.

A minha querida Avó, Tios, Tias, Primos e Primas, por compreenderem todas minhas ausências. Obrigada por sempre estarem do meu lado e me ajudarem em tudo.

A querida Josiane Cristina de Assis (Josi) por tudo, desde a geladeira até o ombro amigo, em todos os momentos em que precisei. A minha saudade de casa foi suavizada por sua amizade. Aprendi muito com você e com tua Família.

Ao meu noivo, namorado e amigo, Tadário Kamel de Oliveira, por suportar a distância, transformar os poucos dias que pudemos ficar juntos em momentos especiais e por todo apoio e ajuda durante meu mestrado.

A Todos, Muito Obrigada!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRAC.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	3
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
3.1 Potencial para o cultivo de espécies nativas.....	4
3.2 A bacia do Rio Grande e algumas de suas espécies de peixes.....	7
3.2.1 Curimba (<i>Prochilodus lineatus</i>).....	8
3.2.2 Pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>).....	9
3.2.3 Piracanjuba (<i>Brycon orbignyanus</i>).....	11
3.3 Reprodução dos peixes e fatores ambientais.....	12
3.3.1 Fatores ambientais que influenciam a reprodução em peixes.....	15
3.3.1.1 Fotoperíodo.....	16
3.3.1.2 Temperatura.....	17
3.3.1.3 Regime de chuvas.....	18
3.3.2 Controle endócrino da reprodução.....	19
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4.1 Local e caracterização da área de estudo período de execução.....	23
4.2 Descrição do experimento.....	23
4.2.1 Coleta de dados.....	26
4.3 Variáveis analisadas.....	26
4.3.1 Número de reprodutores aptos à reprodução.....	27
4.3.2 Peso da desova.....	27
4.3.3 Taxa de fertilidade.....	27
4.3.4 Qualidade seminal dos machos de curimba.....	28
4.4 Análises estáticas.....	30
4.4.1 Testes de Independência e Homogeneidade.....	30
4.4.2 Análise de Variância.....	31
4.4.3 Modelos lineares generalizados.....	33
4.4.4 Teste de Kruskal-Wallis e Comparações Múltiplas.....	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
5.1 Número de reprodutores aptos à reprodução.....	35
5.2 Peso da desova.....	42
5.3 Taxa de fertilidade.....	45
5.4 Qualidade seminal dos machos de curimba.....	47
6 CONCLUSÕES.....	51
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

	Página
ANEXOS.....	60
ANEXO A.....	60
ANEXO B.....	63
ANEXO C.....	66
ANEXO D.....	70

RESUMO

SILVA, J. M. de A. **Características reprodutivas de Curimba (*Prochilodus lineatus*), Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*)**. 2007. 75 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo sobre as características reprodutivas de peixes reofílicos, em diferentes períodos (novembro, dezembro e janeiro), de três anos reprodutivos. O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Piscicultura da Estação Ambiental de Itutinga da CEMIG e no Laboratório de Fisiologia e Farmacologia do DMV/UFLA. Foram avaliadas as espécies *Piaractus mesopotamicus*, *Brycon orbignyanus* e *Prochilodus lineatus*, sendo selecionados animais que apresentavam características reprodutivas evidentes, correspondendo à avaliação de número de animais aptos à reprodução. Os animais foram pesados e divididos em três classes de peso, sendo submetidos à técnica de indução hormonal com hipófise de carpa. Após o tratamento hormonal, realizaram-se a: pesagem da desova de cada fêmea e a coleta de 20µL de sêmen para análises de motilidade, da duração da motilidade, da morfologia e da concentração espermática de cada macho. Após 8 horas da fertilização, mediu-se a taxa de fertilidade. Avaliou-se peso da desova apenas para *P. lineatus* e *B. orbignyanus*, qualidade do sêmen dos machos de *P. lineatus* e a taxa de fertilidade para as três espécies. Houve um maior número de machos de *P. lineatus* aptos à reprodução da classe leve em janeiro ($P < 0,05$). Não foram observadas diferenças significativas quanto ao número de fêmeas aptas à reprodução nas espécies *P. lineatus* e *B. orbignyanus* ($P > 0,05$) em relação a classe de peso e período. A classe de peso influenciou o peso da desova de *P. lineatus*, sendo que as fêmeas mais pesadas foram superiores. Em dezembro e em janeiro, o peso da desova das fêmeas de *P. lineatus* e *B. orbignyanus* foi maior. O *P. mesopotamicus* apresentou diferenças significativas da taxa de fertilidade nos diferentes anos analisados, enquanto que, nas espécies *P. lineatus* e *B. orbignyanus*, não foram observadas diferenças na taxa de fertilidade. No final da reprodução, o sêmen de *P. lineatus* apresentou maior concentração espermática e o número de patologias espermáticas menores diferiu entre o início e o final da reprodução. Concluiu-se que os aspectos reprodutivos avaliados são superiores ao final da reprodução, para as espécies *Prochilodus lineatus* (peso da desova, frequência de machos leves e concentração espermática) e *Brycon orbignyanus* (peso da desova e número de machos leves), indicando que se pode estender a reprodução dessas espécies em cativeiro, sem

¹ Orientador: Prof. Dr. Luis David Solis Murgas – DMV/UFLA.

que haja perdas quanto à qualidade reprodutiva dos animais. A seleção de machos de *P. lineatus* e *B. orbignyana*, das classes de peso pesado e médio, para indução hormonal, pode ser priorizada no início e no meio do ano reprodutivo. A espécie *Piaractus mesopotamicus* apresenta-se mais influenciada pelas condições climáticas dos anos reprodutivos do que pelas classes de peso e período do ano reprodutivo.

ABSTRACT

SILVA, J. M. de A. **Reproductive characteristics of Curimba (*Prochilodus lineatus*), Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) and Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*)**. Lavras: UFLA, 2007. 75p. (Dissertation – Master in Animal Production)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG ²

The objective of present work was to study the reproductive characteristics of rheophilic fishes in different period (November, December, and January) of three reproductive years. The study was carry out in the “Fish Farming Laboratory” of the “Environmental Station” of Itutinga (CEMIG) and in the “Pharmacology and Physiology Laboratory” of the DMV- UFLA with the evaluation of the species *Piaractus mesopotamicus*, *Brycon orbignyanus* and *Prochilodus lineatus*, selected from animals with evident reproductive characteristics. The animals were separated into three classes of weigh and submitted to the technique of hormonal induction with hypophysis of “carpa” . It was weighted the spawning of each female, collected 20 µL of semen for the mobility and morphology analysis and spermatic concentration of each male. The fertility rate was evaluated 8 hours after fertilization. The weigh of spawning was evaluated only for *P. lineatus* and *B. orbignyanus*; the quality of semen for *P. lineatus* only, and the fertility rate evaluated for the three species. There was a larger number of *P. lineatus* males able to reproduction in the class “light” in January ($P < 0,05$). There was no significant difference ($P > 0,05$) for the number of females able to reproduction in the species *P. lineatus* and *B. orbignyanus* related to class of weigh and period. The weigh of animals affected the weight of spawning of *P. lineatus* , observing higher spawning weigh for the heavier animals. The spawning weight for *P. lineatus* and *B. orbignyanus* was higher in December and in January. It was found significant differences for fertility rate, in the different years, for the *P. mesopotamicus* but not for *P. lineatus* and *B. orbignyanus*. The *P. lineatus* presented semen with higher spermatic concentration at the end of reproduction with difference in the number of minors spermatic pathologies from the beginning to the end of reproduction. It was concluded the evaluated reproductive aspects are better at the end of reproduction for the species *Prochilodus lineatus* (spawning weight, frequency of light males and spermatic concentration) and *Brycon orbignyanus* (spawning weight and number of light males), denoting that the reproduction of these species in captivity condition can be done without loss in the reproductive quality of the animals. A selection of *P. lineatus* and *B. orbignyanus* males, from classes of heavy and medium weight, for hormonal induction, may have priority at the beginning and in the half of the reproductive year. The *Piaractus*

² Adviser: Prof. Dr. Luis David Solis Murgas – DMV/UFLA

mesopotamicus presents more affected by weather conditions, of reproductive years, than by weight and time in the reproductive year.

1 INTRODUÇÃO

Os peixes fazem parte da alimentação humana desde os primórdios das civilizações. Inicialmente, eram apenas pescados nos rios e mares, para a sobrevivência do homem, porém, há registros de que na China, Egito e Roma a prática de criação de peixe já era realizada há mais de 3.000 anos.

Atualmente, esses animais são criados para serem vendidos, para atividades de lazer (pesque-pague, aquários residenciais e públicos) ou para conservação e reposição dos estoques naturais de espécies em extinção. Portanto, a pesca é praticada não só como forma de sobrevivência, mas também com fins comerciais e esportivos.

A facilidade de obtenção deste alimento, aliada ao crescimento populacional resultou em um grande aumento mundial no consumo de peixes.

O Brasil, com suas características dimensionais avantajadas, possui 8.400 km de linha costeira, detém 12% da água doce do planeta e, dessa forma, apresenta um grande potencial para a aqüicultura. A piscicultura, em particular, pode contribuir para o crescimento econômico do setor, pois várias espécies de peixes podem ser encontradas em águas continentais brasileiras. Na bacia do rio Paraná, por exemplo, foram identificadas aproximadamente 600 espécies (CEMIG/CETEC, 2000).

Para o desenvolvimento da piscicultura com espécies nativas devem ser conhecidas as particularidades de cada uma destas, permitindo explorar o potencial de criação de cada uma.

As espécies que realizam migração (piracema) são as que têm maiores gastos de produção por necessitarem de meios artificiais, como hormônios, para se reproduzirem em cativeiro. Os métodos artificiais substituem estímulos ambientais que ocorreriam se o peixe estivesse em seu hábitat. Tais estímulos

são variações ocorridas na água dos rios (quantidade e força) e climatológicas (ocorrências de chuvas, temperatura do ar e da água, incidência de raios solares) ocorridas ao longo do ano, marcando início e fim das atividades fisiológicas dos peixes, por exemplo, a época de amadurecimento das gônadas para a reprodução.

Porém, o conhecimento sobre o desempenho reprodutivo dessas espécies ao longo da piracema é escasso, comprovando a necessidade de reflexão sobre a obtenção de tal informação. Deve-se considerar que as mudanças climáticas estão ficando evidentes a cada ano e as estações do ano estão perdendo suas características marcantes, devido às ações descontroladas do homem sobre a natureza, como, por exemplo, a intensificação do efeito estufa, o desmatamento e a destruição da camada de ozônio, dentre outros.

Além disso, as variações climáticas ocorridas na época da piracema, mesmo que sutis, são captadas pelos órgãos sensitivos dos peixes. Essas mudanças climatológicas podem resultar no adiantamento ou no retardamento da maturação final e ou liberação dos gametas desses peixes em diferentes períodos da reprodução.

O conhecimento da interação de aspectos comportamentais influenciados pelo ambiente, que resulta em respostas fisiológicas, é uma ferramenta útil para o aperfeiçoamento de técnicas usadas ou para a elaboração de outras mais eficientes e ou econômicas para as pisciculturas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este trabalho teve como objetivo geral avaliar características reprodutivas de fêmeas e machos de algumas espécies de piracema durante a época reprodutiva.

2.2 Objetivos específico

Nas espécies *Prochilodus lineatus* (curimba), *Piaractus mesopotamicus* (pacu) e *Brycon orbignyanus* (piracanjuba) foram avaliados:

- número dos animais aptos à reprodução;
- peso da desova;
- taxa de fertilidade.

Em machos de *P. lineatus*, avaliação de características seminais quanto à:

- motilidade;
- duração de motilidade;
- concentração espermática;
- ocorrência de patologias.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Potencial para o cultivo de espécies nativas

A aqüicultura (cultivo de seres vivos aquáticos) é uma atividade antiga, mas o seu desenvolvimento é relativamente recente. Documentos originários da China, Egito e Roma atestam que eram praticadas criações de peixes e moluscos nessas regiões há mais de 3.000 anos. Os indícios de que no Egito praticava-se a criação de tilápia nesse período, devem-se ao desenho dessa espécie, na tumba de Aktihetep, sendo capturada em um tanque (Billard, 2003, citado por Silva, 2005).

A aqüicultura tem condições de se expandir mundialmente, por meio de divulgação de tecnologias modernas de produção; seu crescimento está ligado ao desenvolvimento da agricultura, tendo o potencial de vir a se tornar o segundo maior meio de produção de alimentos (Ribeiro et al., 2000). Isso porque o setor aquícola é uma alternativa promissora para o extrativismo, que chegou ao seu limite sustentável em 1995 e, para a produção de alimento de alto valor biológico, pois o pescado é, atualmente, a quinta maior fonte de proteína (Camargo & Pouey, 2005).

A produção aquícola nacional, de certa forma, está crescendo. Mesmo que a maior parte da produção de pescado seja oriunda da pesca extrativa, continental e marítima, o pescado produzido pela aqüicultura tem apresentado um contínuo crescimento (Figura 1A). Segundo o IBAMA (2005), houve um aumento de 2% na produção da aqüicultura continental do ano de 2003 para 2004. Aqüicultura, a médio prazo, será o setor do país que mais oferecerá possibilidade de aumento da produção de pescado, mas, para isso, é necessário um estudo que possibilite a formulação de um programa de desenvolvimento da

aqüicultura, levando-se em conta as diferentes regiões brasileiras (Camargo e Pouey, 2005).

A piscicultura (criação de peixes), por sua vez, está inserida dentro da aqüicultura, e contribui com mais de 50% da produção desse setor. O crescimento mais expressivo da piscicultura ocorreu nos últimos dez anos; um dos motivos foi a demanda advinda dos pescadores pesque-pagues, que resultou no início da piscicultura profissional (Ostrensk & Borghetti, 2006; Rasguido & Albanez, 2000;).

O Brasil possui uma riqueza singular de espécies de peixes, proporcional à sua área continental, apresentando espécies de diversos tamanhos e formas, muitas delas aptas à piscicultura. Cerca de 100 espécies foram descritas por Wilhelm Piso e Georg Marcgrave, em 1648, sendo a quase metade dessas espécies de água doce (Crescêncio, 2005). Muitos autores já relataram o elevado potencial das espécies nativas, para a piscicultura. O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é um exemplo de uma espécie adequada para a piscicultura sustentável, pois possui melhor eficiência na conversão alimentar (Vidal Jr. et al., 2004). Para a criação intensiva de peixes em tanque rede, espécies como o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), a piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e o pintado amarelo (*Pimelodus maculatus*), mostram-se promissoras (Coelho, 2005).

Porém, as espécies de peixes com produções representativas no território nacional são: tilápia-do-nilo, carpa comum, tambaqui e curimba, sendo que a primeira continua em expansão nas regiões sudeste e nordeste (IBAMA, 2005). A explicação para o fato de as duas maiores produções de pescado serem de espécies exóticas está em que as mesmas são estudadas há muitos anos e em todo o mundo. Portanto, as técnicas para a produção comercial já estão estabelecidas.

Apesar de se ter o conhecimento de técnicas de reprodução em cativeiro, desenvolvidas em território nacional desde 1934 (Woynarovich & Horváth,

1983), as espécies nativas só apresentam números significativos quando se trata de pesca extrativa. Segundo dados do IBAMA (2005), a curimatã, a piramutaba e a dourada são as três espécies mais pescadas em território nacional, enquanto que a tilápia e a carpa ocupam, respectivamente, a décima e a quadragésima posições, comprovando que há consumidores para as espécies de peixes nativas, principalmente as que realizam migrações reprodutivas, pois as mais pescadas são espécies de piracema. Estas ainda apresentam a vantagem, para o piscicultor, de serem mais prolíferas que as espécies que não realizam piracema.

Mesmo com muitos fatores favoráveis para a piscicultura, o país ainda não está entre os dez maiores produtores mundiais de pescados (Tabela 1A), sendo responsável por apenas 10,4% da produção da América Latina (IAP, 2006). Isso confirma que o potencial para o setor piscícola ainda não está sendo bem utilizado, no que se refere às ótimas características hidrológicas e da fauna ictiológica nacional. O que dificulta a tomada de conhecimento para o crescimento da piscicultura é justamente a grandiosidade do território, com inúmeros afluentes e com vários cursos de água com características ímpares, as poucas coletas e esforços de pesquisa e bibliografia de consulta escassa e ou equivocada (Crescêncio, 2005; Ribeiro et al., 2000).

Minas Gerais apresenta características vantajosas ao desenvolvimento da atividade piscícola, como potencial hídrico e condições climáticas favoráveis para o cultivo de peixes tropicais, em todas as regiões do estado, além de ter um mercado consumidor amplo, tanto nas pequenas como nas grandes cidades mineiras como nos estados vizinhos (Rasguido & Albanez, 2000). É o segundo produtor de peixes da região sudeste, sendo as três maiores produções das espécies: tilápia (*Oreochromis niloticus*), carpa (*Cyprinus carpio*, *Aristichthys nobilis*, *Ctenopharyngodon idella* e *Hipophthalmichthys molitrix*) e truta (*Oncorhynchus mykiss*). Mesmo que algumas das espécies nativas da região sejam preferidas devido ao seu sabor, a criação das mesmas é pequena. Somente

a criação de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) se destaca entre as demais nativas (Tabela 2A). Isso ocorre porque ainda estão sendo desenvolvidas e ou melhoradas as técnicas para que seus cultivos tenham o rendimento adequado para o piscicultor. As pesquisas na área de reprodução podem auxiliar na definição de protocolos de reprodução, para aumentar a produção das espécies nativas.

3.2 A bacia do Rio Grande e algumas de suas espécies de peixes

A bacia do rio Grande pertence à sub-bacia do rio Paraná. Esta, juntamente com as sub-bacias do rio Uruguai e Paraguai, forma a bacia do rio Prata, uma das dez principais bacias hidrográficas do país (Crecêncio, 2005). Possui uma área total de 143 mil km², dos quais 86.500 km² localizam-se no estado de Minas Gerais, o que equivale a 17,8% do território mineiro, sendo a segunda maior bacia hidrográfica do estado. A bacia do rio Grande é responsável por cerca de 67% de toda a energia gerada no estado mineiro. O rio Grande nasce na vertente mineira da serra da Mantiqueira, no município de Bocaina de Minas e junta-se ao rio Paranaíba, na divisa tríplice entre os estados de Goiás, Minas Gerais e São Paulo (Pierangeli, 2003), percorre 1.300 km até encontrar o rio Paranaíba, formando o rio Paraná. A partir do município de Claraval, o rio forma a divisa natural entre Minas Gerais e São Paulo (Figura 2A). É o rio que possui o mais longo percurso dentro do estado mineiro.

O desenvolvimento do setor elétrico brasileiro, por meio das construções de hidrelétricas para atender às demandas crescentes de energia, tem causado a submersão de alguns milhares de quilômetros quadrados, em diversos pontos do território nacional. Além de afetar os peixes de diversas maneiras, como, por exemplo, interrompendo rotas migratórias e eliminando obstáculos naturais, importantes para a reprodução de espécies de piracema e reduzindo a mata ciliar,

fonte de alimento para algumas espécies, influencia nas mudanças climáticas da região (Braga, 2001). Das treze hidrelétricas encontradas nesta bacia, segundo Santos & Formagio (2000), onze são responsáveis, por 3.511 km² de área submersa.

O número de espécies de peixes registradas na literatura, da bacia do Rio Grande, está em torno de 170, muitas consideradas raras e endêmicas. Entre elas, podem-se citar as pertencentes à Ordem Characiformes, caracterizadas por possuírem escamas cobrindo o corpo todo (exceto a cabeça), presença de uma nadadeira adiposa e pré-maxilar fixo ao crânio. Como representantes desta Ordem podem-se citar: curimba (*Prochilodus lineatus*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). Estas espécies, como outras da mesma ordem, são reofílicas e dependem da dinâmica da correnteza fluvial e de fatores ambientais para a maturação e a liberação de seus gametas (Baldisserotto, 2002; Godoy, 1975; Oyakama et al., 2006).

3.2.1 Curimba (*Prochilodus lineatus*)

A curimba é conhecida também por outros nomes comuns: curimatã, curimbatá ou papa-terra (CEMIG/CETEC, 2000). Esta espécie pertence à família Prochilodontidae, que significa família que possui dentes (diminutos) na frente, característica marcante. Apresenta corpo fusiforme e comprido, com escamas relativamente grandes e hábito alimentar detritívoro. Os representantes do gênero *Prochilodus* estão amplamente distribuídos nos rios sul-americanos (Godoy, 1975; Ituassú et al., 2005; Pompeu & Godinho, 2003).

A curimba é originária da região sudeste e tem preferência por ambientes lóticos, em locais de águas mais lentas, pois há uma maior quantidade de detritos. Na época de reprodução, de novembro a janeiro, migra rumo às nascentes dos rios. A reprodução culmina na liberação dos ovócitos e esperma,

em grande quantidade e de uma vez só na coluna de água. Os ovos fecundados são levados pela correnteza até as lagoas marginais, onde ocorrerá o desenvolvimento das larvas (CEMIG/CETEC, 2000 e Ituassú et al., 2005).

É um peixe que oferece grandes vantagens à piscicultura, devido à rusticidade e à elevada taxa de crescimento. Quando bem alimentado pode pesar mais de um quilo em um ano. Responde sem dificuldades à indução hormonal (Freitas et al., 2002), com uma fantástica prolificidade, de 500.000 a 1.200.000 óvulos por desova (Santos, 1981). A curimba é usada, principalmente, em sistemas de consórcio com outras espécies e em policultivos no sul do país (Embrapa, 2002 e Freitas et al., 2002).

Segundo o IBAMA (2005), as maiores produções de *Prochilodus* spp. são das regiões norte e nordeste; as três maiores produções de 2004 ocorreram nos estados de Sergipe, Alagoas e Acre. No que diz respeito à pesca extrativa, é o principal gênero a ser pescado, representando 12% da produção brasileira da pesca extrativa continental de 2004. Na região sudeste, possui baixo valor comercial, devido ao sabor da carne não agradar muito ao paladar dos consumidores (Freitas et al., 2002; Godoy, 1975), porém, é um dos dez peixes mais consumidos no Amazonas (Prefeitura Municipal de Manaus, 2006).

3.2.2 Pacu (*Piaractus mesopotamicus*)

O pacu é membro da família Characidae e da subfamília Serrasalminae, antigamente conhecido pelo nome específico de *Colossoma mitrei* (Dias-Koberstein et al., 2005). Recebe outras denominações comuns, como caranha, pacu-caranha ou pacu-guaçu (Urbinati & Gonçalves, 2005).

Esta Família é a mais numerosa e complexa da Ordem Characiformes, tanto que possui um grande número de subfamílias que incluem peixes de diversos tamanhos com diferentes hábitos alimentares. Por isso, ainda não é

possível caracterizar um animal como pertencente a Characidae apenas com atributos externos e de fácil observação (Oyakama et al., 2006). A espécie é encontrada nas bacias dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai (Godoy, 1975).

De corpo ovalado e estreito, pode atingir um metro de comprimento e ter até 20 kg. Com o dorso cinza-escuro e o ventre amarelo-dourado, na fase juvenil apresenta pintas sobre o corpo e é possuidor de dentes truncados e tricúspides (CEMIG/CETEC, 2000). Segundo Dias-Koberstein et al. (2005), alimenta-se, basicamente, de folhas e de frutas de árvores, embora seja uma espécie onívora, o que leva a crer que tenha habilidade especial na digestão e na absorção de alimentos, ricos em carboidratos.

Segundo Urbinati & Gonçalves (2005), o *P. mesopotamicus* apresenta desova total, realizando migração durante a estação seca, para a maturação das gônadas, e desova na época chuvosa, principalmente em novembro. As fêmeas podem produzir, em média, 1.200 ovócitos por grama de desova (Bock & Padovani, 2000; Murgas et al., 2002). A produção de alevinos desta espécie é significativa, podendo chegar a nove milhões de alevinos por ano (Jomori, 2001)

Esta é uma das espécies preferidas por pescadores, principalmente nas regiões norte e centro oeste (IBAMA, 2005). Sua criação em cativeiro pode ser destinada aos repovoamentos de reservatórios, visando à redução de impactos gerados pelo represamento dos rios (Maria et al., 2004) ou para comercialização, devido ao seu valor comercial (Freitas et al., 2002), boa opção para o processamento de pescados e grande aceitação pelo mercado consumidor, ambas comprovadas por Szenttamásy et al. (1993). Estes autores, obtiveram, como resultados, a classificação do produto de excelente sabor para o pacu enlatado e de bom sabor para o pacu defumado, dos 56% e dos 55% degustadores, respectivamente. É um dos dez peixes mais consumidos no estado do Amazonas (Prefeitura municipal de Manaus, 2006).

O pacu pertence ao grupo das primeiras espécies produzidas em cativeiro. Segundo Crescêncio (2005), foi utilizado pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), para a disseminação de 145.534 juvenis, em açudes públicos e particulares e em criações intensivas do nordeste brasileiro, entre os anos de 1973 e 1976. Atualmente, o Projeto Pacu tem contribuído para o aumento de criadores desta espécie. Tornou-se a espécie da bacia do rio Paraná mais cultivada no país.

3.2.3 Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*)

Esta espécie recebe outras denominações como piracanjuba e bracanjuba (Brasil, 2006). Membro da família Characidae, ela é encontrada nas bacias dos rios Grande, Paranaíba e Paraguai (Machado et al., 1998). O nome *Brycon* se origina da palavra grega *brycho*, que significa morder ou devorar com certo barulho. Apresenta corpo fusiforme, predominantemente prateado, com dorso cinzento-esverdeado, mancha umeral azulada, alongando-se no sentido do comprimento e nadadeira caudal vinho, com uma faixa mediana. As fêmeas atingem comprimento total de 80 cm e peso corporal de 8,2 kg, e os machos, 68 cm e 3,6 kg, respectivamente. A espécie é herbívora-frugívora, ingerindo, eventualmente, peixes e insetos (Godoy, 1975). Na época de reprodução, realiza migração, subindo os rios entre setembro e outubro e desovando entre novembro e janeiro (CEMIG/CETEC, 2000).

A piracanjuba consta no Livro Vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais (Machado et al., 1998), o qual relata a possibilidade de estar extinta em algumas localidades, principalmente no Alto rio Grande, além de ser considerada criticamente ameaçada, pela lista das espécies da fauna ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul (Marques et al.,

2002). Está ainda, na lista nacional das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção divulgada pelo site do Ministério do Meio Ambiente.

A produção de peixes do gênero *Brycon* vem se destacando na piscicultura nacional, já que várias espécies têm apresentado excelentes características para criação (Ganeco & Nakaghi, 2003). A produção de piracanjuba tem despertado grande interesse, não só por sua carne de excelente qualidade, sendo por isso considerado um dos mais saborosos peixes de água doce, mas também por ser muito apreciado em pesca esportiva, devido ao seu comportamento agressivo quando fígado, além de possuir um rápido crescimento e facilidade de cultivo (CEMIG/CETEC, 2000). A piracanjuba aceita bem rações peletizadas, sendo indicada para o policultivo (Freitas et al., 2002). Entretanto, sua reprodução em cativeiro tem mostrado dificuldades, devido à perda de reprodutores, provavelmente pelo estresse de manejo, que é identificado pela grande descamação, seguida de morte (Ganeco & Nakaghi, 2003).

3.3 Reprodução dos peixes e fatores ambientais

A reprodução é um processo biológico, diversificando-se de espécie para espécie, que culmina na transmissão dos genomas dos genitores aos descendentes. Geralmente, as espécies de peixes reproduzem-se por oviparidades, sendo a fecundação nos teleósteos, exógena.

Os peixes de águas interiores podem ser separados em dois grupos, quanto ao ambiente em que se reproduzem espontaneamente. Em cativeiro, as espécies de ambientes lênticos reproduzem-se naturalmente, enquanto que as de ambientes lóticos necessitam de intervenções hormonais para estimular a maturação final e a liberação dos gametas em laboratório, como mostrado na Tabela 1.

TABELA 1 – Características gerais da reprodução de teleósteos, de acordo com o ambiente.

Ambiente	Características da reprodução
Lêntico (lagos, represas).	Não precisam realizar migrações longas para desovar e algumas dessas espécies podem desovar mais de uma vez por ano, mas sempre pequenas quantidades de ovos que são grandes e resistentes; geralmente há cuidados parentais.
Lótico (rios)	Necessitam realizar migrações durante a época da reprodução, geralmente subindo os rios em cardumes uma vez por ano; não há cuidados parentais, o que é compensado pelo grande número de ovos, normalmente de tamanho pequeno. São denominados peixes reofílicos.

Fonte: Castagnolli & Cyrino(1986) e Woyanarovich & Horvath (1983)

A fase da reprodução é crítica na vida de um ser vivo pois, se antes o recurso era destinado para seu crescimento e sobrevivência, nesta fase existe um conflito entre a alocação de tempo e recurso para reprodução ou para sobrevivência e crescimento (Wootton, 1992). Vários fatores influenciam no momento da primeira maturação sexual dos peixes, entre os quais podem-se citar as diferenças entre as espécies, idade e tamanho, e as características individuais. Em geral, espécies diminutas e de vida curta têm a maturação sexual em idades mais jovens que as espécies de grande porte (Lagler et al., 1977). Porém, em espécies que não tenham diferenças gigantescas de tamanho, a situação é outra,

como constatado por Vazzoler & Menezes (1992). Esses autores observaram que os peixes pertencentes à bacia Amazônica iniciam a primeira maturação com comprimentos maiores do que os da bacia do rio Paraná e explicaram que isso ocorria porque as espécies do Amazonas apresentam, de modo geral, porte maior que as do rio Paraná.

O ambiente também pode influenciar na reprodução. Um exemplo é a carpa que, em regiões tropicais e subtropicais, se torna madura no seu primeiro ano de vida, enquanto que, na Europa Central, leva três anos e, no norte da Europa, precisa atingir quatro anos para se reproduzir (Woynarovich & Horváth, 1983).

Alterações no ambiente também podem influenciar as estratégias reprodutivas do dourado (*Salminus maxillosus*) e curimba (*P. lineatus*), como relataram Barbieri et al. (2004). Esses autores observaram a redução do tamanho e da idade de primeira maturação como tática reprodutiva dessas espécies em resposta à intensa sobrepesca e das adversidades abióticas a que estão submetidas. Schulz et al. (2006) observaram que a manipulação do fotoperíodo pode estimular ou inibir a primeira maturação de machos de salmão-do-atlântico (*Salmo salar*), sendo que a maioria dos animais expostos à luz constante tiveram um desenvolvimento testicular significativamente acelerado quando comparado aos animais que estavam expostos à luz natural.

Os dados sobre a primeira maturação de algumas espécies de peixes nativas encontram-se na Tabela 2.

TABELA 2 – Idade e comprimento na primeira maturação de *P. lineatus*, *P. mesopotamicus* e *B. orbignyanus*.

Espécie	Primeira maturação		
	Idade média (anos)		Comprimento médio (cm)
	Macho	Fêmea	
<i>Prochilodus lineatus</i> (curimba)	1	1 a 2	19,7
<i>Piaractus mesopotamicus</i> (pacu)	2 a 3	3 a 4	34,0
<i>Brycon orbignyanus</i> (piracanjuba)	1,5 a 2	3	25,1

Fonte: Adaptado de Ceccarelli et al. (2000) Murgas et al. (2002), Sallum (1999) e Vazzoler (1996).

3.3.1 Fatores ambientais que influenciam a reprodução em peixes

A sazonalidade do hábitat parece ser o fator-chave que interfere em muitos aspectos inter-relacionados da vida dos peixes tropicais (ex.:alimento, crescimento e época de reprodução). Assim, o deslocamento dos peixes para sua alimentação ou reprodução está ligado a mudanças sazonais e outras variações no ambiente que habitam. Nos trópicos, as mudanças sazonais dos rios são marcadas pelo regime de chuvas, apesar das alterações da temperatura e do fotoperíodo serem sutis, quando comparadas às que ocorrem em regiões temperadas, esses fatores corroboram com a sazonalidade (Lowe-McConnel, 1999; Wootton, 1992).

Dessa forma, a maioria dos peixes reofílicos faz, anualmente, migração ascendente ou descendente ao curso do rio, durante a primavera, para realizar a liberação de seus gametas entre os meses de novembro e fevereiro, quando ocorrem as chuvas, as cheias dos rios e as altas temperaturas do ano. A liberação dos gametas ocorrerá em dias favoráveis, quando acontece um sincronismo entre

as condições endógenas do peixe e exógenas do meio ambiente (Godoy, 1975; Vazzoler, 1996).

3.3.1.1 Fotoperíodo

Em regiões tropicais e subtropicais, o fotoperíodo é regular, isto é, a duração do período da luz natural de qualquer dia é a mesma a cada ano, elevando-se regularmente do solstício de inverno até o solstício de verão, posteriormente diminuindo (regularmente) até o solstício de inverno seguinte (Orr, 1986). Entretanto, em regiões equatoriais, todos os dias do ano têm a mesma duração de horas de luz e o controle do ciclo reprodutivo é feito por outros fatores (Wootton, 1992).

O fotoperíodo pode estimular o crescimento gonadal de espécies de regiões temperadas de formas diferentes, como nas espécies dos gêneros *Gasterosteus*, *Culaea* e outras que desovam na primavera ou no início do verão, que são favorecidas pelo fotoperíodo longo. Espécies que desovam no outono ou início do inverno têm como estímulo a diminuição do fotoperíodo (Orr, 1986).

A manipulação do fotoperíodo – iluminação diária elevada no final do inverno e início da primavera, com posterior redução gradual do período diário luminoso para 7 horas – possibilitou adiantar a época de reprodução, em quatro meses, *Salvelinus fontinalis* (truta de riacho) (Baldisserotto, 2002). Schulz (2006), estudando a espécie de *Salmo salar*, constatou que a maioria dos machos expostos à luz constante (desde a coleta até estarem visivelmente maduros) teve o desenvolvimento testicular mais acelerado que os machos expostos a luz natural. Isso resultou na puberdade precoce dos primeiros.

Os mecanismos envolvendo as respostas ao fotoperíodo parecem ser baseados no ritmo circadiano sobre a sensibilidade à luz de cada espécie. As mudanças no fotoperíodo entre o outono e primavera coincidem com a mudança

no desenvolvimento gonadal da fase 1 (até o final da espermatogênese em machos e estágio precoce da vesícula vitelogênica em fêmeas) para a fase 2 (liberação de andrógenos e espermiacão em machos; vitelogênese completada, maturação dos oocitos e ovulação em fêmeas). Assim, a mudança sazonal, possivelmente, reflete na alteração da fotosensibilidade em vários estágios gonadais. Peixes tropicais, como o *Oryzias javanicus* (ricefish javanês), não têm a frequência da desova nem a fecundidade afetadas por diferentes fotoperíodos com a temperatura ambiente em torno de 27°C (Lam, 1983).

3.3.1.2 Temperatura

Os peixes, por serem heterotérmicos (temperatura corporal igual a do meio ambiente), são diretamente afetados pelas variações de temperaturas ambientais. Assim, variações na temperatura corporal afetarão a velocidade das reações metabólicas do animal. Na reprodução, a temperatura pode exercer seus efeitos sobre a gametogênese, a liberação de gonadotropinas, a eliminação metabólica de hormônios, a resposta à ação de estrógenos sobre a produção de vitelogenina pelo fígado e a resposta das gônadas à estimulação hormonal (Baldisserotto, 2002).

Em diversos teleósteos, o aumento da temperatura de 21° para 24°C é um fator importante para induzir a maturação sexual e a desova, porém, há uma temperatura limite, na qual o animal pode suportar positivamente. Por exemplo, de *Clarias gariepinus* (catfish africano), que em água com temperatura de 30°C apresenta aumento na atresia e na regressão testicular, a 25°C podem ser obtidos ovos e espermatozóides de boa qualidade (Baldisserotto, 2002).

Os estádios finais de maturação dos peixes ocorrem rapidamente em altas temperaturas (Wootton, 1992). Temperaturas elevadas da água estimulam a atividade reprodutiva de *Gambusia affinis* (mosquito fish) e temperaturas baixas

(inferior a 19°C) possibilitam a reprodução de *Culaea constans* (Orr, 1986). Segundo Sato et al. (2003), quando a temperatura da água está abaixo de 23°C, a resposta de algumas espécies da bacia do São Francisco à hipofisação não é satisfatória, mesmo utilizando-se de doses extras de extrato de hipófise. A elevação da temperatura de 23° a 25°C promoveu a diminuição linear das horas-graus para a desova das espécies: *Prochilodus affinis*, *Prochilodus marggravii* e *Schizodon knerii* (Sato et al., 1996a,b,c).

3.3.1.3 Regime de chuvas

Geralmente, o principal evento nos rios é a mudança de nível da coluna de água, promovida pela intercalação da estação chuvosa e seca de cada ano (Wootton, 1992). Com a chegada a época chuvosa do ano, tem-se o início da estação de cheias dos rios, sendo o principal período de desova para os peixes cujas larvas se alimentam nas planícies de inundação. A desova dos peixes, provavelmente, é estimulada pela ocorrência das chuvas locais e ou pelas enchentes resultantes da estação chuvosa (Lam, 1983).

Se não houver enchentes, os peixes não desovam como é o caso do *Arapaima*, que precisa esperar as enchentes para ter acesso a seus locais de desova e não desovam até que o nível da água seja suficientemente alto para a liberação de seus gametas. Caso o volume da enchente seja menor que de costume, a ovulação será incompleta ou poderá ocorrer a atresia dos óvulos (Lowe-McConnell, 1999).

As cheias prolongadas afetam favoravelmente os estoques, reduzindo a mortalidade dos peixes. Os fatores com maior relevância, como é o caso da força seletiva do meio ambiente sobre os animais, parecem ser aqueles ligados ao regime das cheias e podem ser destacados pelo ajuste do ciclo biológico de várias espécies às alterações no nível dos rios. Além do mais, as cheias são tão

importantes para a reprodução que há um sincronismo entre as fases do ciclo hidrológico e eventos fisiológicos como a maturação gonadal, migração e desova de certas espécies (Agostinho & Júlio Jr., 1999).

Segundo Baldisserotto, (2002) os picos de desova dos peixes tropicais estão associados à estação chuvosa, como é o caso da tuvira (*Eigenmannia virescens*). Esta espécie, quando submetida à simulação de chuva, ocorrendo o aumento do nível e a diminuição da condutividade da água, é induzida a uma completa gametogênese e desova; a aplicação de apenas um dos fatores resulta no crescimento parcial do ovário.

Tanto o regime de chuvas quanto o ciclo hidrológico dos rios pode atuar na reprodução dos teleósteos por meio de fatores indiretos, como o pH e o índice de oxigênio dissolvido da água (Baldisserotto, 2002).

Thomaz et al. (1997) comentam que as espécies migradoras, geralmente, desovam em locais onde o pH normalmente é neutro ou levemente alcalino. Nos locais de inundação, existe elevada quantidade de matéria vegetal em decomposição e excrementos de animais que favorecerão a proliferação de bactérias, fitoplâncton e zooplâncton, servindo como fontes de alimento para as futuras larvas. As próprias fontes alimentares e a produção das mesmas causam a diminuição do pH e do oxigênio dissolvido da água. Acredita-se que, durante a evolução, os peixes reconheceram como tática reprodutiva a desova antes do período de fartura alimentar para garantir a sobrevivência da prole (Bye, 1984; Lam, 1983; Tataje & Zaniboni Filho, 2005).

3.3.2 Controle endócrino da reprodução

O eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal (EHHG) é o sistema endócrino dominante e importante na regulação da reprodução dos vertebrados em geral. O EHHG sofre mudanças ao longo da vida do animal, sendo estas mudanças

induzidas por variações ambientais bióticas e abióticas unidas a fatores hipofisiotrópicos e ao sistema neuroendócrino. Com a aproximação da idade reprodutiva, os neurônios perdem um pouco da sensibilidade aos esteróides que os inibem, resultando na secreção do hormônio liberador de gonadotropinas (GnRH), ocorrendo, assim, a ativação do eixo hipófise-gônadas. Antes da puberdade, um ou mais componentes do EHHG não são funcionais (Murgas et al., 2002).

O estímulo ambiental é convertido a informações neurais por receptores sensoriais e estas desencadeiam a produção hormonal via hormônios liberadores hipotalâmicos (GnRH e dopamina), atuando sobre a hipófise, resultando na liberação das gonadotropinas (GtHs), que estimulam as gônadas a produzir esteróides sexuais, que são responsáveis pela maturação dos gametas (Hafez, 1982; Murgas et al., 2002 e Sundararaj, 1981), como mostrado na Figura 1. Essa periodicidade da reprodução se deve ao início do desenvolvimento gonadal em uma época antecedente à da reprodução, que é completado com a maturação gonadal no momento em que as condições ambientais forem favoráveis para a fecundação e o desenvolvimento da prole (Vazzoler, 1996).

Ao longo do ciclo reprodutivo anual dos peixes, modificações marcantes podem ser observadas em suas gônadas (Nikolsky, 1963), principalmente no que diz respeito ao seu peso, decorrente, em grande parte, do acúmulo de material de reserva nos ovócitos em maturação (Vazzoler, 1996; Wootton, 1995).

Costa et al. (2005), analisando o ciclo reprodutivo do *Leporinus copelandi*, a partir dos valores médios mensais da relação gonadossomática, inferiram que o período de fevereiro a julho estava associado a uma fase de recuperação gonadal do ciclo reprodutivo anterior e sua reorganização para o subsequente. Constataram também que a maturação foi iniciada a partir de agosto, atingindo o pico em setembro, quando os indivíduos foram considerados aptos à reprodução.

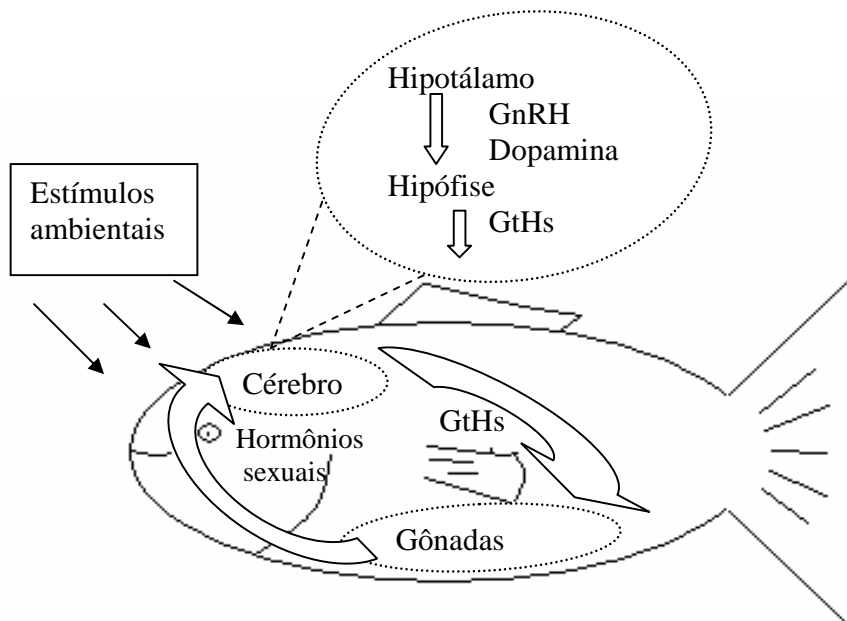


FIGURA 1 Principais etapas da cascata de eventos fisiológicos que resultam em produção de gametas.

Em cativeiro, os peixes reofílicos necessitam de substâncias indutoras (hormônios liberadores de gonadotropinas, gonadotropinas, antagonistas de dopamina, etc.) para a maturação final das gônadas e posterior liberação de gametas. Um dos grandes problemas para a indução da desova e espermiacção é reconhecer se os reprodutores estão prontos ou não para a indução. Este momento varia conforme a espécie e o tipo de substância que vai ser utilizada para esse fim. As descrições, geralmente, são subjetivas e o sucesso depende muito da experiência pessoal na seleção dos reprodutores. As características descritas por Woynarovich & Horváth (1983), para a seleção dos reprodutores aptos à reprodução, são genéricas para a maioria dos teleósteos e podem

promover a seleção de reprodutores que já passaram do período ótimo para a indução de reprodução, resultando numa menor viabilidade dos ovos (Baldisserotto, 2002).

Diante dos resultados divulgados pelos trabalhos anteriores, pode-se notar a influência da estação do ano, interagindo com a atividade fisiológica do peixe. Mas, com as recentes mudanças climáticas que estão ocorrendo em todo o globo terrestre, podem ocorrer mudanças nas épocas de reprodução dos peixes. Walther et al. (2002) relatam que as mudanças climáticas que vêm ocorrendo desde a década de 1960, estão refletindo em atividades típicas da primavera (chegada dos pássaros migratórios, reprodução de anfíbios), as quais estão ocorrendo antes da mesma e divulgaram um mapa mundial mostrando as variações de temperatura desde 1979, com base nos dados 1961 a 1990, no qual relata-se a variação de 0,3° a 0,7°C, por década.

O esclarecimento do perfil dos peixes preparados para receberem a indução hormonal e a caracterização das variáveis climatológicas (temperatura e precipitação) do mês em que esses se apresentam aptos à reprodução podem se tornar ferramentas úteis para futuras pesquisas na área de reprodução. Isso porque que auxiliarão na seleção dos animais com maior potencial a responderem a tratamentos hormonais, além de possibilitar uma redução de custos em pisciculturas, pois o criador poderá estipular mais características no momento da seleção dos reprodutores, resultando em maior número de ovos viáveis.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local, caracterização da área de estudo e do período de execução

O estudo foi realizado em área de cerrado do sul de Minas Gerais, no município de Itutinga, situada a 21°17'53" de latitude Sul e 44°39'26" longitude Oeste, com altitude de 970 metros. Todos os trabalhos foram conduzidos no Laboratório de Reprodução da Estação Ambiental de Itutinga da Companhia Energética de Minas Gerais (EAI-CEMIG), durante a época reprodutiva, entre os meses de novembro a janeiro, em três anos reprodutivos (ano I: 2003/2004; ano II: 2004/2005; ano III: 2005/2006).

As espécies utilizadas neste estudo foram: curimba (*Prochilodus lineatus*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e piracanjuba (*Brycon orbignyanus*).

Na Tabela 3 constam os dados climatológicos registrados pelo Sistema de Telemetria e Hidrometeorologia da Companhia Energética de Minas Gerais (STM-CEMIG), durante os anos reprodutivos analisados.

4.2 Descrição do experimento

Os animais foram mantidos na EAI-CEMIG em oito viveiros de terra com, aproximadamente, 322 m², nas seguintes densidades: um peixe em oito metros quadrados (curimba e pacu); um peixe em cinco metros quadrados (piracanjuba). Os peixes foram alimentados *ad libitum* com ração extrusada de oito milímetros de diâmetro com 28% de proteína bruta (ração comercial), entre os meses de março e agosto. Durante o período reprodutivo (entre os meses de setembro e fevereiro), os animais foram alimentados com ração extrusada de mesmo diâmetro e contendo 32% de proteína bruta. O sistema de alimentação incluía uma frequência de três arraçoamentos diários.

TABELA 3 – Dados climatológicos registrados pelo STM-CEMIG durante os anos reprodutivos I, II e III.

Anos Reprodutivos	Períodos	Variáveis climatológicas		
		Temperatura média (°C)	Precipitação pluviométrica média (mm)	Umidade relativa atmosférica média (%)
I (2003/2004)	Novembro	21,7	154,5	73
	Dezembro	23,0	242,1	77
	Janeiro	23,5	190,5	81
II (2004/2005)	Novembro	22,0	257,3	73
	Dezembro	21,7	279,6	80
	Janeiro	22,5	310,9	80
III (2005/2006)	Novembro	20,8	191,2	78
	Dezembro	21,2	257,3	78
	Janeiro	23,0	149,9	80

Foram utilizados os dados reprodutivos de 168 fêmeas e 207 machos de curimba, 42 fêmeas e 32 machos de pacu, e 42 fêmeas e 68 machos de piracanjuba.

Todos os animais pertenciam ao plantel de reprodutores da Estação Ambiental de Itutinga da CEMIG (EAI-CEMIG).

A partir de novembro de cada ano reprodutivo, semanalmente, com o auxílio de redes de arrasto, foram selecionados, nos tanques escavados, os reprodutores que possuíam uma papila urogenital hiperêmica e com a cavidade celomática abaulada (fêmeas) ou que liberavam sêmen após delicada massagem sobre a parede da cavidade celomática. Cada animal foi pesado, recebeu uma

identificação e foi transferido para aquários de alvenaria (volume de 2.000 L) do Laboratório de Piscicultura da EAI-CEMIG, sendo mantidos a uma densidade de seis animais por aquário. As variações dos pesos dos animais constam na Tabela 4.

A água dos aquários foi mantida com sistema de aeração e temperatura em torno de 28°C.

Todos os animais foram submetidos ao tratamento hormonal com extrato bruto de hipófise de carpa (EBHC) em duas dosagens, para indução à espermição e à desova. As doses prévia e definitiva consistiram de injeções intramusculares de 0,5 e 5,0 mg de EBHC kg⁻¹ de peso corporal, respectivamente, próximo à base da nadadeira dorsal, conforme metodologia adotada por Miliorini et al. (2005). O intervalo entre as aplicações do hormônio foi de 12 horas e o tempo entre a dose definitiva e a coleta de gametas oscilou em torno de oito horas. Em horas graus (HG), os reprodutores liberavam seus gametas com 308 HG a 25°C (curimba), 240 a 320 HG a 25°C (pacu) e 196 HG a 24°C (piracanjuba).

TABELA 4 – Variações de pesos corporais das espécies utilizadas no estudo.

Espécie	Variação do peso corporal (gramas)	
	Macho	Fêmea
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	400-4.600	1.500-6.800
<i>Brycon orbignyanus</i>	900-1.700	900-1.800
<i>Prochilodus lineatus</i>	400-2.500	700-3.600

4.2.1 Coleta de dados

Os dados foram coletados durante as épocas de reprodução dos anos I, II e III, concomitante aos trabalhos experimentais realizados na EAI-CEMIG. Esses dados foram reunidos e analisados em 2006, de acordo com suas características de repetição e viabilidade.

Os animais de cada espécie foram separados em diferentes classes de peso, de acordo com o sexo. Na Tabela 5 estão descritas as classes de peso para cada espécie.

4.3 Variáveis analisadas

Foi avaliada semanalmente a ocorrência de reprodutores aptos à reprodução de acordo com a classe de peso dos animais, dos reprodutores que responderam ao tratamento hormonal. Nesses animais foram avaliados peso de desova (gramas) das fêmeas, motilidade espermática(%), duração da motilidade (seg.), concentração (n° espermatozoides/mm³), volume seminal e patologias espermáticas (%) dos machos e a taxa de fertilização dos ovos (%).

TABELA 5 - Descrição das classes de pesos, de acordo com o sexo do reprodutor, para três espécies de peixes.

Espécie	Classe de peso	Faixa de pesos (gramas)	
		Machos	Fêmeas
<i>P. mesopotamicus</i> (pacu)*	Leve	400-2200	1500-2700
	Pesado	2300-4600	2800-6800
<i>B. orbignyana</i> (piracanjuba)*	Leve	900-1100	900-1400
	Pesado	1200-1700	1500-1800
<i>P. lineatus</i> (curimba)**	Leve	400-900	700-1500
	Médio	1000-1400	1600-2100
	Pesado	1500-2500	2200-3600

*n<50; **n>50

4.3.1 Número de reprodutores aptos à reprodução

Após a seleção e pesagem dos reprodutores de curimba, pacu e piracanjuba, esses foram quantificados quanto à classe de peso, de acordo com a espécie, o sexo (Tabela 4) e o período (novembro, dezembro e janeiro) do ano reprodutivo no qual o animal estava preparado para a indução à reprodução artificial.

4.3.2 Peso da desova

Foram escolhidas, aleatoriamente, duas fêmeas de piracanjuba e de curimba de cada classe de peso e em cada período do ano reprodutivo. As fêmeas foram retiradas dos aquários, com o auxílio de um puçá, quando se mostravam inquietas. As mesmas eram contidas utilizando-se uma toalha úmida, sobre a mesa de manipulação. A papila urogenital e região adjacente foram limpas e enxugadas com papel-toalha. Posteriormente, foi realizada uma massagem na fêmea no sentido antero-caudal, com o objetivo de extrusão dos ovócitos (desova).

A desova de cada animal foi coletada em diferentes recipientes limpos e secos previamente. Cada desova foi imediatamente pesada em balança digital. Foram coletadas as desovas dos anos reprodutivos II e III, para piracanjuba e dos anos I, II e III, para curimba.

4.3.3 Taxa de fertilidade

Após a pesagem da desova era retirado do aquário, com auxílio de um puçá, um macho da mesma espécie da fêmea para a coleta do sêmen. O procedimento da contenção do macho foi o mesmo utilizado para a fêmea. Após

a coleta do sêmen, foi realizada a mistura com os ovócitos. A seguir adicionou-se água para a ativação dos gametas, realizando-se três trocas de água consecutivas.

Posteriormente à fertilização, os ovos foram colocados em incubadora do tipo cônica. Decorridas oito horas após o procedimento de fertilização, foi avaliada a taxa de fertilidade por meio de duas amostragens de ovos retirados da incubadora. Foram contados cerca de 100 ovos em microscópio estereoscópio binocular e considerada como taxa de fertilização a média das amostragens, segundo a fórmula:

$$\text{Taxa de fertilização} = [E / (E + i)] \times 100;$$

em que:

- *E* : número de embriões viáveis;
- *i* : número de ovos inviáveis

4.3.4 Qualidade seminal dos machos de curimba

No ano II, foram escolhidos aleatoriamente seis machos, em cada período do ano reprodutivo (novembro, dezembro e janeiro), os quais, após o tratamento com EBHC, foram submetidos aos procedimentos de contenção e limpeza para posterior coleta de sêmen. O sêmen foi coletado em tubo de ensaio graduado para registro do seu volume total.

Uma alíquota de 10 µL de sêmen *in natura* de cada animal foi depositada sobre uma lâmina histológica de vidro e, a seguir, homogeneizada com 40 µL de água destilada. A motilidade espermática foi observada em microscópio óptico de luz, sob aumento de 100 dioptrias e estimada em porcentagem média de espermatozoides móveis observados em três campos. A duração da motilidade espermática foi estimada desde a homogeneização com água destilada até que somente 10% dos espermatozoides do campo se encontrassem móveis. Uma

alíquota do sêmen *in natura* foi coletada para análise de concentração e de morfologia espermáticas.

A concentração espermática foi estimada por meio da utilização de uma câmara de Neubauer. Para tanto, uma alíquota de 10 µL de sêmen foi diluída em 990 µL de solução de formol-citrato (2,9 g de citrato de sódio, 4 mL de solução comercial de formaldeído 35% e água destilada q.s.p. 100 mL). Em seguida, foram tomados 10 µL da amostra diluída e procedida nova diluição em 990 µL de solução de formol-citrato, resultando em uma diluição final de $1:10^4$ (sêmen:formol-citrato). A concentração espermática foi estimada pela fórmula:

$$CE = N \times FC$$

em que:

CE : concentração espermática (espermatozóides por mm^3);

N : número de células contadas na câmara de Neubauer.

FC (fator de correção) dado por:

$$FC = (q \times fd) / d$$

em que:

q = 5, e representa a razão entre o número total de quadrículos da câmara de Neubauer (25) e o número de quadrículos contados (5);

fd : fator de diluição da alíquota de sêmen ($= 10^4$);

d : profundidade entre a lamínula e a câmara de Neubauer ($= 0,1 \text{ mm}$).

As análises morfológicas do sêmen foram realizadas em microscópio óptico composto, com iluminação episcópica fluorescente (Nikon, modelo Opitiphot-2), no Laboratório de Microbiologia do Solo do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, segundo metodologia de

Miliorini (2006), para a contagem de ocorrência de patologias maiores e menores (Tabela 6).

TABELA 6 - Patologias dos espermatozoides examinadas no sêmen *in natura* de curimba (*P. lineatus*).

Patologias	Descrição
Maiores	Macrocelalia
	Microcefalia
	Cauda fraturada
	Cauda enrolada
Menores	Cauda degenerada
	Cabeça isolada
	Cauda dobrada
	Gota proximal
	Gota distal

4.4 Análises estatísticas

Para as análises estatísticas, os dados foram divididos em quatro grupos, de acordo com as variáveis utilizadas.

4.4.1 Testes de independência e homogeneidade

O número de animais aptos à reprodução foi avaliado, separadamente para machos e fêmeas de cada espécie estudada, de acordo com as combinações: ano reprodutivo e período; ano reprodutivo e peso; peso e período. Para tal, as análises foram divididas em duas etapas.

Na primeira etapa, foi testada apenas a independência dos fatores de uma forma geral, sendo utilizado o teste de independência (Anexo 1C) para as combinações descritas anteriormente.

Vale ressaltar, que para o caso do número de machos da espécie pacu foi testada apenas a combinação período e classe de peso, por conta da restrição do teste em que o valor esperado não deve ser menor ou igual a 5, pois isso torna vulnerável a estatística.

Na segunda etapa, para aqueles resultados em que a hipótese de independência foi rejeitada (5% de nível de probabilidade), foram avaliadas as combinações específicas dentro de cada categoria testada (ano reprodutivo, classe de peso e período). Para combinações específicas foi utilizado o teste de homogeneidade (Anexo 1C).

4.4.2 Análise de variância

Para avaliação do peso da desova (g) da curimba foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3x3 (3 períodos e 3 pesos), com 2 repetições, no seguinte modelo estatístico:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_{(ij)k} \quad \text{sendo: } i = 1, 2, 3 \\ j = 1, 2, 3$$

$$\text{em que,} \quad k = 1, 2$$

y_{ijk} = valor da parcela do período i com a classe de peso j na repetição k ;

μ = média geral do experimento;

α_i = efeito do período i ;

β_j = efeito da classe de peso j ;

$(\alpha\beta)_{ij}$ = efeito da interação entre o período i e a classe de peso j ;

$E_{(ij)k}$ = erro na parcela do período i com a classe de peso j na repetição k .

Para a mesma variável resposta, da piracanjuba, o DIC foi em esquema fatorial 3x2 (3 períodos e 2 pesos) com 2 repetições, como no seguinte modelo:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_{(ij)k} \quad \text{sendo: } i = 1, 2, 3$$

$$j = 1, 2$$

$$\text{em que, } k = 1, 2$$

y_{ijk} = valor da parcela do período i com a classe de peso j na repetição k ;

μ = média geral do experimento;

α_i = efeito do período i ;

β_j = efeito da classe de peso j ;

$(\alpha\beta)_{ij}$ = efeito da interação entre o período i e a classe de peso j ;

$E_{(ij)k}$ = erro na parcela do período i com a classe de peso j na repetição k .

Para analisar o ensaio do sêmen da curimba de acordo com os três períodos (tratamentos novembro, dezembro e janeiro), foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições para as variáveis respostas motilidade (%), duração (seg.), volume (mL) e concentração (10^9 mL). Com o seguinte modelo estatístico:

$$y_{ij} = \mu + t_i + E_{(ij)} \quad \text{sendo: } i = 1, 2, 3$$

$$\text{em que, } j = 1, 2, 3, 4, 5$$

y_{ij} = valor da parcela do período i na repetição j ;

μ = média geral do experimento;

t_i = efeito do período i ;

$E_{(ij)}$ = erro da parcela do período i na repetição j .

Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância (nível de significância de 5%), com exceção da variável motilidade em que foi realizada apenas uma análise exploratória dos dados, por meio da construção de Boxplot. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

4.4.3 Modelos lineares generalizados

Para analisar o número de patologias maiores e menores presentes num total de 100 espermatozóides analisados por repetição (total de seis) do ensaio com o sêmen de curimba, de acordo com os três períodos, foi utilizada a metodologia dos modelos lineares generalizados (Anexo 2C).

Para este caso especificamente, foi utilizada a regressão logística em que a variável resposta seguia uma distribuição binomial, ou seja, o número de patologias em totais de n espermatozóides (Y).

Procedeu-se ao ajustamento do modelo logístico (1) para determinar a expressão da proporção esperada de patologias, de acordo com os três períodos. Sendo assim, o modelo ajustado foi dado por:

$$P(Y|\text{período}) = \frac{1}{1 + e^{-(\hat{\beta}_0 + \sum_{j=1}^3 \hat{\beta}_j X_j)}} \quad (1),$$

em que β_j representa o coeficiente estimado do j -ésimo período ($j=1,2,3$) e β_0 corresponde ao intercepto do termo linear presente na expressão (1). Dessa forma, considerando-se o número de patologias conhecidas para cada período, foram estimados os parâmetros do termo linear por meio da

transformação logit $\ln \left[\frac{p_j}{1 - p_j} \right] = \hat{\beta}_0 + \sum_{j=1}^3 \hat{\beta}_j$ (Allison, 1999) em que \ln

representa o logaritmo neperiano e p_j a proporção esperada de patologias de acordo com os três períodos. Após a determinação das proporções esperadas, foram testados os contrastes entre dois períodos.

Com base no modelo logístico ajustado, foram realizadas inferências relacionadas à qualidade das estimativas dos parâmetros, utilizando-se o teste de Qui-Quadrado de Wald, e para verificar a qualidade do ajuste do modelo, utilizou-se a análise da Deviance.

Foi identificada no modelo a presença de superdispersão, sendo, então, incorporado um fator de dispersão constante ϕ . Após esse procedimento, a verificação do ajuste foi feita utilizando o gráfico *half-normal. plot* com envelope simulado

4.4.4 Teste de Kruskal-Wallis e comparações múltiplas

Para analisar a taxa de fertilidade (%) das espécies curimba, pacu e piracanjuba, de acordo com os três períodos (tratamentos novembro, dezembro e janeiro) para cada ano, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições.

Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de Teste de Kruskal-Wallis (Anexo 2C), com o nível de significância de 5%. As médias foram avaliadas pelo teste não paramétrico de comparações múltiplas, a 5% de probabilidade.

Para todas as análises estatísticas realizadas neste trabalho foram utilizados os softwares estatísticos R[®] v2.3.1 (R, 2006) e o Sisvar[®] v4.3 (Ferreira, 2000).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Número de reprodutores aptos à reprodução

Os machos de curimba apresentaram relação ($P < 0,05$), apenas, entre a classe de peso e o período no qual se encontravam aptos à reprodução (Tabela 1D). Com o teste de homogeneidade para as combinações específicas observaram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os períodos do ano reprodutivo e entre as classes de peso dos machos (Tabela 2D).

Na Tabela 7 é apresentado o número de machos de curimba aptos à reprodução e os resultados do teste de homogeneidade para as comparações específicas entre os períodos do ano reprodutivo, de acordo com a classe de peso do animal.

TABELA 7 – Número dos machos de curimba (*P. lineatus*) e resultados dos testes de homogeneidade para avaliar o comportamento das classes de pesos, em relação aos períodos dos anos reprodutivos.

Comparação entre os períodos do ano reprodutivo	Classe de peso			Significância*
	Leve	Médio	Pesado	
Novembro	14	19	17	ns
Dezembro	18	23	25	
Novembro	14	19	17	s
Janeiro	52	26	13	
Dezembro	18	23	25	s
Janeiro	52	26	13	

*ns ($P > 0,05$) não significativo; s ($P < 0,05$) significativo pelo teste de homogeneidade.

Pode-se observar que o período janeiro da reprodução foi diferente ($P < 0,05$) do novembro e dezembro, ocorrendo um maior número de machos no período de janeiro. Este resultado, provavelmente, pode ter ocorrido devido às temperaturas registradas nesse período. Nos três anos avaliados, o mês de janeiro, final da reprodução, apresentou as maiores temperaturas, comparado aos meses de novembro e dezembro que representaram o início e o meio da reprodução, respectivamente. Segundo Baldisserotto (2002), várias espécies de teleosteos, como *Cyprinus carpio*, *Ictalurus punctatus*, *Prochilodus affinis* e *Prochilodus marginatus*, respondem ao aumento da temperatura de 21° a 24°C, sendo este um fator importante para induzir a maturação sexual e a liberação dos gametas.

Na Tabela 8 é apresentado o número de machos de curimba aptos à reprodução e os resultados do teste de homogeneidade para as comparações específicas entre as classes de peso, de acordo com o período do ano reprodutivo.

TABELA 8 – Números dos machos de curimba (*P. lineatus*) aptos à reprodução e resultados dos testes de homogeneidade para avaliar o comportamento dos períodos em relação às classes de pesos.

Comparação entre as classes de peso dos machos	Período			Significância*
	Novembro	Dezembro	Janeiro	
Leve	14	18	52	s
Médio	19	23	26	
Leve	14	18	52	s
Pesado	17	25	13	
Médio	14	18	52	ns
Pesado	17	25	13	

*ns ($P > 0,05$) não significativo; s ($P < 0,05$) significativo pelo teste de homogeneidade.

Os animais incluídos na classe de peso leve apresentaram maior número em janeiro ($P < 0,05$), final da reprodução, provavelmente porque, nos períodos anteriores, as temperaturas registradas não foram suficientes para estimular a maturação das gônadas. A temperatura é um dos fatores exógenos que desencadeiam uma cascata de eventos hormonais, resultando no aumento do nível de testosterona sanguínea, promovendo a maturação gonadal (Sallum, 2002; Baldisserotto, 2002). As etapas da espermatogênese são aceleradas em temperaturas mais altas. A 25°C o espermátócito do medaka (*Oryzias latipes*) levou cinco dias para se desenvolver em espermátide, enquanto que, a 15°C , esse desenvolvimento durou 12 dias (Nagahama, 1983). Além disso, quando se comparou temperatura, precipitação e número de machos leves, observou-se que, nas faixas de temperatura de 23° a $23,5^{\circ}\text{C}$, quanto menor for o volume da precipitação, maior é a número de machos leves (Figura 2).

Quanto à piracanjuba, os machos apresentaram relação entre o ano reprodutivo e a classe de peso (Tabela 3D). Com o teste de homogeneidade para as combinações específicas, observaram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os anos reprodutivos e entre as classes de peso dos machos aptos à reprodução (Tabela 4D). O número de machos de piracanjuba aptos à reprodução e os resultados do teste de homogeneidade para as comparações específicas entre os anos reprodutivos, de acordo com as classes de peso dos animais, encontram-se na Tabela 9.

Os machos de piracanjuba aptos à reprodução do ano I apresentaram número diferente ($P < 0,05$) dos machos aptos do ano II. Apesar de os volumes médios de precipitações durante os anos I e III serem próximos, o fator que mais influenciou foi a temperatura, observando-se uma diferença na temperatura média, durante a reprodução, de $1,07^{\circ}\text{C}$ do ano reprodutivo I para o ano III; enquanto que do I para o II e do II para o III, as diferenças foram de $0,40^{\circ}$ e $0,67^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

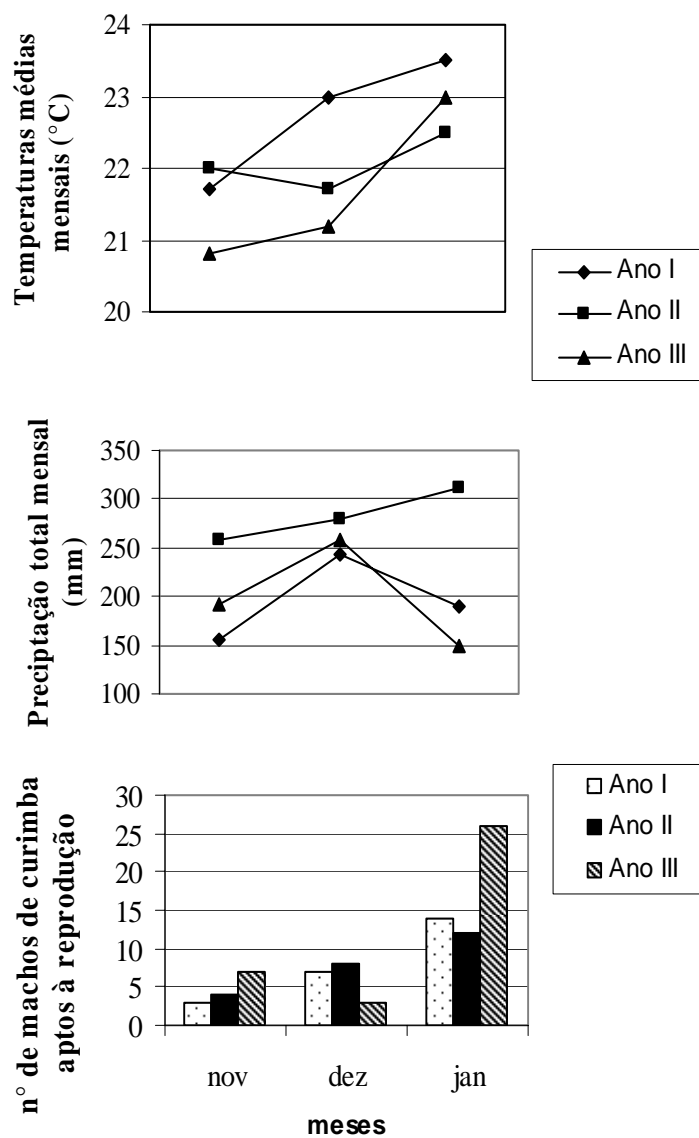


FIGURA 2. Registros de temperaturas médias, precipitação total e número de machos leves de curimba (*P. lineatus*), nos meses de novembro dezembro e janeiro, das reproduções dos anos I, II, e III.

TABELA 9 – Números dos machos de piracanjuba (*B. orbignyana*) aptos à reprodução e os resultados dos testes de homogeneidade para avaliar o comportamento dos pesos em relação aos anos reprodutivos.

Comparação entre os anos reprodutivos	Classe de peso		Significância*
	Leve	Pesado	
I	14	6	ns
II	11	16	
I	14	6	s
III	6	15	
II	11	16	ns
III	6	15	

*ns (P>0,05) não significativo; s (P<0,05) significativo pelo teste de homogeneidade.

Na Tabela 10 é apresentado o número de machos de piracanjuba aptos à reprodução e os resultados do teste de homogeneidade para a comparação específica entre as classes de peso, de acordo com os anos reprodutivos em que os animais se apresentaram aptos à reprodução.

A fase inicial do ano I apresentou temperatura média mensal de 21,7°C, inferior às temperaturas médias mensais observadas no dezembro e janeiro do mesmo ano reprodutivo, 23,0° e 23,5°C, respectivamente. Enquanto que o ano reprodutivo III apresentou uma característica diferente (novembro e dezembro apresentaram temperaturas médias de 20,8° e 21,2°C, enquanto o período de janeiro apresentou 23°C). Possivelmente, temperaturas na faixa de 21,0° a 22,0°C favorecem os machos pesados e a faixa de 22,0° a 23,0°C favorece os machos leves, uma vez que, no ano reprodutivo II, a temperatura nos três períodos ficou em torno de 22,0°C e o número de machos de ambas as classes foi mais próximo que nos demais anos reprodutivos.

TABELA 10 - Números dos machos de piracanjuba (*B. orbignyana*) aptos à reprodução e os resultados do teste de homogeneidade para avaliar o comportamento dos anos reprodutivos em relação às classes pesos.

Comparação entre as classes de peso	Ano reprodutivo			Significância*
	I	II	III	
Leve	14	11	6	s
Pesado	6	16	15	

*ns (P>0,05) não significativo; s (P<0,05) significativo pelo teste de homogeneidade.

Para fêmeas de pacu, houve relação entre o ano reprodutivo e a classe de peso (Tabela 5D). Com o teste de homogeneidade, observou-se diferença significativa (P<0,05) entre os anos reprodutivos avaliados (Tabela 6D).

A Tabela 11 apresenta os resultados do número de fêmeas de pacu aptas à reprodução e os resultados do teste de homogeneidade para a comparação específica entre os anos reprodutivos de acordo com as classes de peso das fêmeas.

TABELA 11 - Números das fêmeas de pacu (*P. mesopotamicus*) aptas à reprodução e o resultado do teste de homogeneidade para avaliar o comportamento das classes de pesos em relação aos anos reprodutivos.

Comparação entre os anos reprodutivos	Classe de peso		Significância*
	Leve	Pesado	
I	8	9	s
II	13	4	

*ns (P>0,05) não significativo; s (P<0,05) significativo pelo teste de homogeneidade.

O ano II foi diferente ($P < 0,05$) do ano I quanto o número de animais das classes de peso leve e pesado. A maior proporção de fêmeas da classe de peso leve no ano II ocorreu, provavelmente, devido à menor variação da temperatura e ao maior volume de precipitação, quando comparado com o ano reprodutivo I (Figura 2).

Tanto as fêmeas de curimba quanto as de piracanjuba e os machos de pacu não apresentaram relação ($P > 0,05$) entre a classe de peso e o período no qual se amostravam aptos, o ano da reprodução e a classe de peso e ou período que estavam aptos à reprodução. Provavelmente, esses animais não são tão sensíveis às pequenas variações de temperatura quanto os outros descritos anteriormente. A diferença na maturação sexual entre os sexos e as espécies de peixes já foi relatada por Lagler et al. (1977), como é o caso *Micrometrus aurora* e o *M. minimus*. Os machos liberam os espermatozoides um pouco depois do nascimento, enquanto que as fêmeas dessas espécies já estão prontas para a reprodução assim que nascem.

Outra hipótese para a diferença entre resultados, significativos ou não, entre machos e fêmeas da mesma espécie, para esta variável analisada, seria a diferença entre o número de exemplares de cada sexo como tática reprodutiva de cada espécie. Todos os animais que apresentaram resultados não significativos estavam em menor número, quando comparado com o sexo oposto da mesma espécie. Segundo Vazzoler (1996), a proporção sexual varia ao longo do ciclo da vida em função de eventos sucessivos, que atuam de modo distinto sobre os indivíduos de cada sexo.

Vazzoler et al. (1992) observaram diferenças significativas na proporção sexual da população de *Semaprochilodus insignis* (jaraqui) do baixo rio Negro, nos meses de outubro, novembro e março. É importante relatar que trata-se de uma espécie reofílica. A migração ocorre nos meses de janeiro a março, sugerindo a diferença entre os números de machos e fêmeas como tática

reprodutiva, ao final da reprodução, sendo o número de fêmeas maior que o de machos, resultando em maior produção de ovócitos para serem fertilizados e, assim, aumentando as chances da produção de futuras larvas.

5.2 Peso da desova

O peso da desova de curimba apresentou resultados significativos ($P < 0,05$) para os fatores período da reprodução e classe de peso das fêmeas. Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) para a interação desses fatores (Tabela 7D).

Na Tabela 12 é apresentado o peso médio da desova das fêmeas de curimba nos diferentes períodos do ano reprodutivo.

O início da reprodução de curimba, novembro, foi diferente dos demais períodos, apresentando o menor peso de desova. O conjunto de temperaturas mais baixas, (em torno de 21° a 22°C) e pouca precipitação (menores que 200 mm) não foi suficiente para promover a maturação de um maior número de ovócitos, dessa forma, tendo um menor peso de ovócitos extraídos.

Na Figura 3 são apresentados os valores médios das precipitações pluviométricas e das temperaturas registradas nos diferentes períodos do ano reprodutivo. Vale ressaltar que a relação de maior volume de chuva com baixas temperaturas, ou o inverso, resultou em maior peso de desova, situação ocorrida nos dois últimos períodos de avaliação.

Segundo Baldisserotto (2002), a temperatura pode exercer seus efeitos por meio de uma ação direta na gametogênese, na secreção de gonadotropinas, na eliminação metabólica de hormônios, na resposta à ação de estrógenos sobre a produção de vitelogenina pelo fígado e na resposta à estimulação hormonal.

TABELA 12 - Peso médio da desova (g) e peso médio das fêmeas de curimba (*P. lineatus*), de acordo com o período do ano reprodutivo.

Período do ano reprodutivo	Peso médio das fêmeas (g)	Peso médio da desova (g)
Novembro	1727,78	177,5 b
Dezembro	1877,78	263,7 a
Janeiro	1783,33	264,4 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

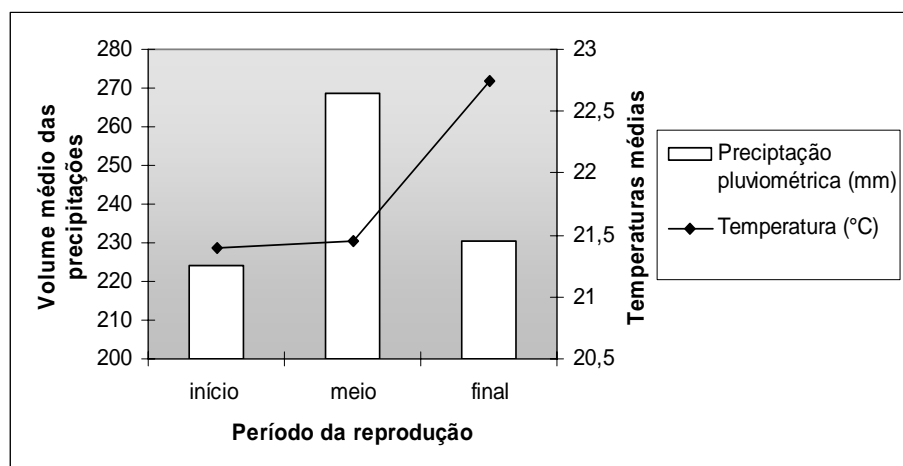


FIGURA 3. Volume médio das precipitações pluviométricas e temperaturas médias dos períodos das reproduções dos anos I, II e III.

A classe de peso leve foi diferente das classes de peso médio e pesado, apresentando menor peso da desova (Tabela 13). Há uma relação entre o peso corporal da fêmea e o peso da desova, pois os dois ovários maduros podem representar em torno de 27% do peso corporal da fêmea, sendo que um grama da desova corresponde a 1.400 ovócitos (Gody, 1975).

TABELA 13 - Peso médio da desova (g) e peso médio das fêmeas (g) de acordo com a classe de peso o ensaio com curimba (*P. lineatus*).

Classe de peso	Peso médio da desova (g)
Leve	170,4 b
Médio	264,7 a
Pesado	270,4 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Sato et al. (1996b) também encontraram uma relação entre o número de ovócitos e o peso das fêmeas de *Prochilodus affinis*, sendo esta linear e positiva.

O peso da desova da piracanjuba apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) para o período do ano reprodutivo. Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) para a classe de peso e para a interação entre o período e a classe de peso (Tabela 8D).

Na Tabela 14 são apresentados os pesos médios das desovas de piracanjuba, em diferentes períodos do ano reprodutivo. Em dezembro e janeiro foram obtidos os maiores pesos de desova.

TABELA 14 Peso médio da desova (g) e peso médio das fêmeas de piracanjuba (*B. orbignyanus*), de acordo com o período do ano reprodutivo.

Período do ano reprodutivo	Peso médio das fêmeas (g)	Peso médio da desova(g)
Novembro	1457,14	77,1 b
Dezembro	1462,50	134,9 a
Janeiro	1466,67	142,8 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott..

Observando a Figura 3, pode-se afirmar que a associação inversa da temperatura como a precipitação volumétrica, possivelmente, tem efeito sobre os processos andrógenos de crescimento e maturação gonadal. Segundo Carolsfeld (1989), a temperatura e outros fatores, como a chuva, podem modular o desenvolvimento gonadal, desde o início da maturação até seu estágio final; isso pode resultar em maior produção de ovócitos.

Os maiores pesos de desova, tanto para curimba quanto para piracanjuba, foram nos meses com temperaturas médias de 22° e 23°C. Estas estão dentro da faixa de temperatura ótima (22° a 28°C), para peixes tropicais relatada por Huet (1983).

5.3 Taxa de fertilidade

O pacu apresentou diferenças da taxa de fertilidade nos diferentes anos analisados ($P < 0,05$), enquanto na curimba e na piracanjuba não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) na taxa de fertilidade (Tabela 9D). As Tabelas 15 e 16 apresentam os valores da taxa de fertilidade da curimba, da piracanjuba e do pacu.

TABELA 15 - Taxa de fertilidade média (%) em diferentes períodos de acordo com o ano, para curimba (*P. lineatus*) e piracanjuba (*B. orbignyanus*).

Período	Ano I		Ano II		Ano III	
	Curimba	Piracanjuba	Curimba	Piracanjuba	Curimba	Piracanjuba
Novembro	32,2 a	53,4 a	59 a	43,2 a	63 a	
Dezembro	76,5 a	36,0 a	62 a	39,2 a	76 a	
Janeiro	39,7 a	43,0 a	28 a	42,2 a	59 a	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste não paramétrico de comparações múltiplas ($P < 0,05$).

TABELA 16 - Taxa de fertilidade média (%) para os diferentes períodos, de acordo com o ano para o ensaio com pacu (*P. mesopotamicus*).

Período do ano reprodutivo	Ano II	Ano III
Novembro	48,4 b	94,7 a
Dezembro	94,9 a	51,0 a
Janeiro	91,2 ab	94,7 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste não paramétrico de comparações múltiplas.

As taxas de fertilidade tanto para curimba quanto para a piracanjuba não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os anos avaliados. Somente no ano II foi possível detectar diferença na taxa de fertilidade, para o pacu, entre os períodos reprodutivos.

Analisando-se a Tabela 16, juntamente com a Figura 4, pode-se sugerir que os valores mais baixos, tanto da temperatura quanto da precipitação, registrados no período de novembro podem ter sido negativos para a qualidade dos gametas resultando na baixa taxa de fertilidade. Enquanto a relação inversa entre temperatura e precipitação, possivelmente, garante uma melhor qualidade de gametas e, por consequência, uma maior chance de alta taxa de fertilidade.

A taxa de fertilidade é um parâmetro reprodutivo influenciado por fatores alheios, combinados ou não, à qualidade dos gametas. Portanto, sua análise é dependente da homogeneidade das condições no momento da fertilização.

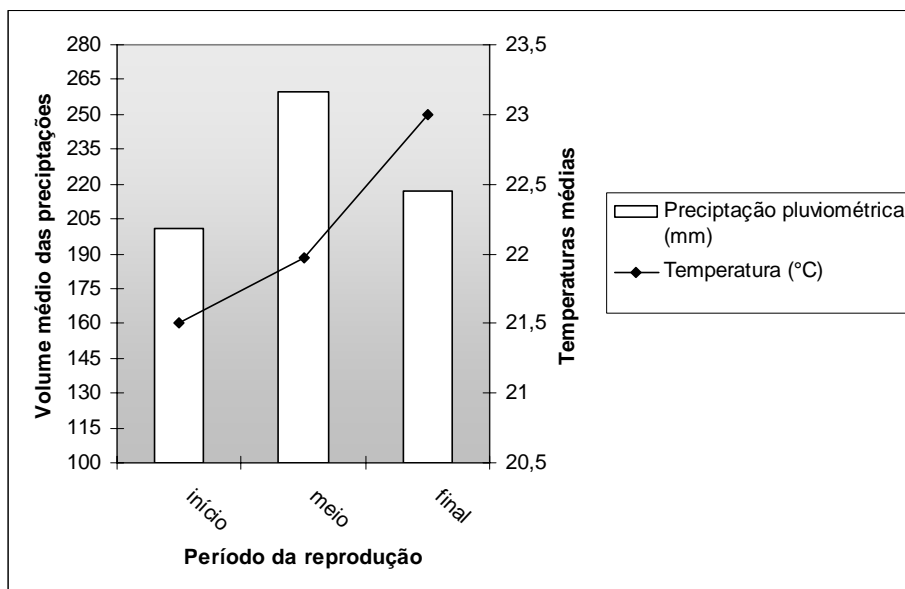


FIGURA 4. Volume médio das precipitações e temperaturas médias dos períodos das reproduções dos anos II e III.

5.4 Qualidade seminal dos machos de curimba

A concentração espermática foi influenciada pelo período de reprodução em que o macho espermiou (Tabela 10D). Os dados referentes à duração da motilidade espermática, volume seminal e concentração espermática dos machos de curimba estão apresentados na Tabela 17.

Ao final do ano reprodutivo, em janeiro, os machos de curimba apresentaram o sêmen com maior concentração de espermatozoides por mm^3 . O ano III apresentou registros de temperaturas crescentes no decorrer de seus períodos (Tabela 3). Provavelmente, os peixes que espermiaram em janeiro já estavam sendo influenciados pelas temperaturas de novembro e dezembro, no que se refere à gametogênese.

TABELA 17 - Resultados da duração média (s), volume médio (ml), concentração média (10^9 ml), para o ensaio com sêmen de curimba (*P. lineatus*), em diferentes períodos.

Período	Médias		
	Duração (seg.)	Volume (ml)	Concentração ($\times 10^9$ spz / ml)
Inicial	51 a	1,74 a	28 b
Dezembro	55 a	2,06 a	32 b
Janeiro	61 a	3,50 a	48 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Scott Knot, a 5% de probabilidade.

Porém, a maturação dos espermatozoides foi influenciada pela alta temperatura (23,0°C). Segundo Lam (1983), a temperatura exerce efeitos diretos sobre a gametogênese e sobre a liberação de gonadotropinas hipofisária, e o aumento da temperatura pode adiantar a maturação dos espermatozoides (Wootton, 1992).

O volume seminal, a motilidade espermática (Figura 5) e a duração da motilidade não sofreram tais influências relatadas para a concentração espermática ($P > 0,05$).

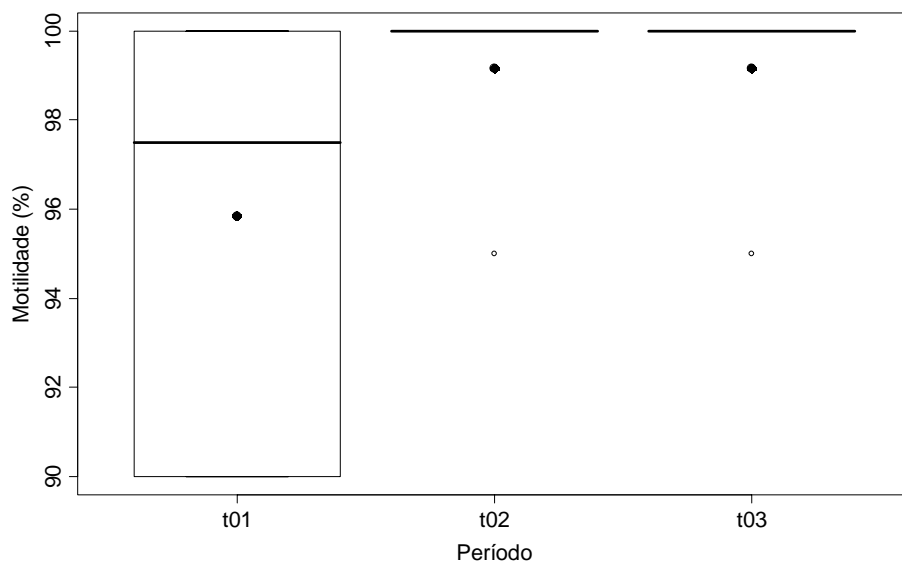


FIGURA 5. Box plot para os resultados de motilidade para o ensaio com sêmen de curimba (*P. lineatus*), sendo as médias representadas pelo símbolo (•)

O número de patologias espermáticas menores diferiu entre os períodos do ano reprodutivo ($P < 0,05$), o que não ocorreu com o número de patologias espermáticas maiores (Tabelas 11D e 12D). A Tabela 18 apresenta os dados referentes ao número de patologias espermáticas do sêmen de curimba.

O número de patologias espermáticas menores diferiu entre novembro e janeiro ($P < 0,05$). No início da reprodução, novembro, ocorreu um maior número de patologias menores, coincidindo com a menor temperatura registrada ($20,8^{\circ}\text{C}$) da reprodução do ano III. Provavelmente, temperaturas abaixo de $21,0^{\circ}\text{C}$ não favorecem a espermatogênese. Não houve diferença entre os períodos para o número de patologias maiores (Tabela 12C).

TABELA 18 - Resumo das porcentagens médias para o número de patologias menores (NME) e maiores (NMA) do sêmen de +de curimba (*P. lineatus*) em diferentes períodos

Período	Patologias espermáticas	
	NME	NMA
Novembro	4,8 *	2,8
Dezembro	1,7	3,0
Janeiro	1,2 *	0,8

* diferença significativa ($P < 0,05$), modelos lineares generalizados.

Estes resultados confirmam a afirmação de Herman et al. (1994) de que as patologias menores ocorrem durante a espermatogênese em decorrência de causas que acometem os reprodutores, enquanto que as patologias maiores estariam mais relacionadas aos procedimentos de manejo durante a coleta do sêmen e a confecção das lâminas para avaliação de patologias.

6 CONCLUSÕES

Os aspectos reprodutivos avaliados são melhores ao final da reprodução, para as espécies *Prochilodus lineatus* (peso da desova, frequência de machos leves e concentração espermática) e *Brycon orbignyanus* (peso da desova e número de machos leves), indicando que se pode estender a reprodução dessas espécies em cativeiro, sem que haja perdas quanto à qualidade reprodutiva dos animais.

A seleção de machos de *P. lineatus* e *B. orbignyanus*, das classes de peso pesado e médio, para indução hormonal, pode ser priorizada no início e no meio do ano reprodutivo.

A espécie *Piaractus mesopotamicus* apresenta-se mais influenciada pelas condições climáticas dos anos reprodutivos do que pelas classes de peso e período do ano reprodutivo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JR.; H. F. Peixes da bacia do alto rio Paraná. In: LOWE-MCCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Ed. Da Universidade de São Paulo. 1999. p. 374-400. (Coleção Base).

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002. 212 p.

BARBIERI, G.; SALLES, F. A.; CESTAROLLI, M. A.; TEIXEIRA-FILHO, A. R. Estratégias reprodutivas do dourado, *Salminus maxillosus* e do curimatá, *Prochilodus lineatus* no Rio Mogi Guaçu, estado de São Paulo, com ênfase nos parâmetros matemáticos da dinâmica populacional. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 169-174, Apr./June 2004.

BOCK, C. L.; PADOVANI, C. R. Considerações sobre a reprodução artificial e alevinagem de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) em viveiros. **Acta scientiarum**, Maringa, v. 22, n. 2, p. 495-501, June 2000.

BRAGA, F. M. de S. Reprodução de peixes (Osteichthyes) em afluentes do reservatório de Volta Grande, Rio Grande, sudeste do Brasil. **Iheringia Série Zoológica**, Porto Alegre, n. 91, p. 67-74, nov. 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sbf/fauna/index.cfm>>. Acesso em: 14 jan. 2006.

BUSSAB, W. de O.; MORETIN, P. A. **Estatística básica**. 5. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2003. 526 p.

BYE, V. J. The role of environmental factors in the timing of reproductive cycles. In: POTTS, G. W.; WOOTTON, R. J. (Ed.). **Fish reproduction: strategies and tactics**. New York: Academic Press, 1984. p. 187-206.

CAMARGO, S. G. O. de; POUHEY, J. O. F. Aquicultura – Um mercado em expansão. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 393-396, out./dez. 2005.

CAMPOS, H. de. **Estatística experimental não-oaramétrica**. 4. ed. Piracicaba: ESALQ, 1983. 349 p.

CAROLSFELD, J. Reproductive physiology & induced breeding of fish as related to culture of *Colossomas*. In: HERNÁNDEZ, A. (Ed.). **Cultivo de Colossoma**. Bogotá: Editora Guadalupe, 1989. p. 37-73.

CASTAGNOLLI, N.; CYRINO, J. E. P. **Piscicultura nos trópicos**. São Paulo: Manole, 1986. 152 p.

CECCARELLI, P. S.; SENHORINI, J. A.; VOLPATO, G. **Dicas em piscicultura: perguntas e respostas**. Botucatu: Santa Gráfica Editora, 2000. 247 p.

COELHO, S. R. de C. **Produção intensiva de surubim em gaiolas: estudos de caso**. 2005. 83 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS; FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Guia ilustrado de peixes da bacia do rio Grande**. Belo Horizonte: CEMIG/CETEC, 2000. 144 p

COSTA, A. P. R.; ANDRADE, D. R. de; VIDAL, M. V.; SOUZA, G. Indicadores quantitativos da biologia reprodutiva de fêmeas de piau-vermelho no Rio Paraíba do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 8, p. 79-796, 2005.

CRESCÊNCIO, R. Ictiofauna brasileira e seu potencial para criação. In: BALDISSEROTO, B.; GOMES, L. de C. (Org.). **Espécies nativas para a piscicultura no Brasil**. Santa Maria: editoraufsm, 2005. p. 23 - 36.

DIAS-KOBERSTEIN, T. C. R.; CARNEIRO, D. J.; URBINATI, E. C. Tempo de trânsito gastrintestinal e esvaziamento gástrico do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em diferentes temperaturas de cultivo. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 27, n. 3, p. 413-417, July/Sept. 2005.

EMBRAPA INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Embrapa e a Aqüicultura. Demandas e prioridades de pesquisa**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 35 p. (Texto para Discussão, 11).

FAO Statistical Yearbook 2004, Issue 1 - WEB Edition. Disponível em: <<http://www.fao.org/es/ess/yearbook/#issue2>>. Acesso em: 14 jan. 2006.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE

INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Programas e resumos...** São Carlos, SP: UFSCAR, 2000. p. 255-258.

FREITAS, C. E. de C.; RIVAS, A. A. F. A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia Ocidental. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 58, n. 3, p. 30-32, jul./set. 2006.

FREITAS, R. T. F.; FREATO, T. A.; SANTOS, V. B. Espécies cultivadas. In: MURGAS, L. D. S.; VIVEIROS, A. T. M.; MARIA, A. N.; FREITAS, R. T. F.; FREATO, T. A.; SANTOS, V. B. **Reprodução/Espécies para piscicultura: cursos de qualificação profissional a distancia**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. p. 17-28.

GANECO, L. N.; NAKAGHI, L. S. O. Morfologia da micrópila e da superfície dos ovócitos de piracanjuba, *Brycon orbignyianus* (Osteichthyes, Characidae), sob microscopia eletrônica de varredura. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 227-231, Jan./June 2003.

GODOY, M. P. de. **Peixes do Brasil. Subordem Characoidei- bacia do Rio Mogi Guassu**. Piracicaba, Franciscana, 1975. 4v.

HAFEZ, E. S. E. **Reprodução animal**. São Paulo: Manole, 1982. 720 p.

HERMAN, H. A.; MITCHELL, J. R.; DOAK, G. A. **The artificial insemination and embryo transfer of diary and beef cattle**. Illinois: Interstate Publisher, 1994. 392 p.

HUET, M. **Tratado de piscicultura**. 3. ed. Madrid: Multi-Prensa, 1983. 753 p.

IBAMA **Estatística da pesca 2004/Brasil grandes regiões e unidades da Federação**. Brasília: IBAMA/MMA, 2005. 98 p.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ - IAP. **Usos múltiplos das águas superficiais**. Pesca e Aqüicultura. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/meioambiente/iap/qdd_agua_24_pesca.shtml>. Acesso em: 14 jan. 2006.

ITUASSÚ, D. R.; CAVERO, B. A. S.; FONSECA, F. A. L. da; BORDINHON, A. M. Cultivo de curimatã (*Prochilodus* spp). In: BALDISSEROTO, B.; GOMES, L. de C. (Org.). **Espécies nativas para a piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Editoraufsm, 2005. p. 257-286.

JOMORI, R. K. **Desenvolvimento, sobrevivência e aspectos econômicos da produção de alevinos de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), diretamente em viveiros ou com diferentes períodos de cultivo inicial de larvas em laboratório.** 2001. 69 p. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

LAGLER, K. F.; BARDACH, J. E.; MILLER, R. R. **Ichthyology.** 2. ed. New York: John Wiley, 1977. 506 p.

LAM, T. J. Environmental influences on gonadal activity. In: HOAR, W. S.; RANDALL, D. J.; DONALDSON, E. M. (Ed.). **Fish physiology.** Vol IX part B. New York: Academic Press, 1983. p. 65-116.

LOWE-MCCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais.** São Paulo: Ed. Da Universidade de São Paulo. 1999. 535 p. (Coleção Base).

MACHADO, A. B. M.; FONSECA, G. A. B. da; MACHADO, R. B.; AGUIAR, L. M. de S.; LINS, L. V. (Ed.) **Livro vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais.** Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1998. 608 p.

MARIA, A. N.; MURGAS, L. D. S.; SILVA, M. O. B.; MILIORINI, A. B.; FRANCISCATTO, R. T.; LOGATO, P. V. R. Influência da adição de iodeto de potássio e citrato de sódio na qualidade do sêmen de pacu (*Piaractus mesopotamicus* – holmberg, 1887). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 191-194, jan./fev. 2004

MARQUES, A. A. B.; FONTANA, C. S.; VÉLEZ, E.; BENCKE, G. A.; SCHNEIDER, M.; REIS, R. E. dos (Org.). **Lista de Referência da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul. Decreto no 41. 672, de 10 junho de 2002.** Porto Alegre: FZB/MCT–PUCRS/PANGEA, 2002. 52 p. (Publicações Avulsas FZB, 11)

MILIORINI, A. B. **Ativadores e concentrações de metanol e dimetilsulfóxido na qualidade do sêmen criopreservado de curimba (*Prochilodus lineatus*).** 2006. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MILIORINI, A. B.; MURGAS, L. D. S.; PEREIRA, G. J. M. Taxas de fertilização do sêmen de curimba (*Prochilodus lineatus*) após congelamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 16., 2005,

Goiânia, Goiás. **Resumos...** Goiânia, Goiás: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, 2005.

MURGAS, L. D. S.; VIVEIROS, A. T. M.; MARIA, A. N.; FREITAS, R. T. F.; FREATO, T. A.; SANTOS, V. B. **Reprodução/Espécies para piscicultura** Cursos de qualificação profissional à distancia. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 38 p.

NAGAHAMA, Y. The functional morphology of teleost gonads. In: HOAR, W. S.; RANDALL, D. J.; DONALDSON, E. M. (Ed.). **Fish physiology**. Vol IX part A. New York: Academic Press, 1983. p. 223-276.

NIKOLSKY, G. V. **The ecology of fishes**. London: Academic Press, 1963. 352 p.

ORR, R. T. **Biologia dos vertebrados**. 5. ed. São Paulo: editora Roca, 1986. 508 p.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R. Água e aquicultura. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.) **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. p. 579-605.

OYAKAMA, O. T.; AKAMA, A.; MAUTARI, K. C.; NOLASCO, J. C. **Peixes de riachos da Mata Atlântica nas Unidades de Conservação do vale do rio Ribeira de Iguape no estado de São Paulo**. São Paulo: editora Neotrópica. 2006. 201 p.

PIERANGELI, C. **Regionalização de vazões para a região do Alto Rio Grandeà montante da represa da UHE-Camargos/CEMIG**. 2003. 59 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

POMPEU, P. S.; GODINHO, H. P. Ictiofauna de três lagoas marginais do médio São Francisco. In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (Org.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003, p. 168-181.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MANAUS. **Pescado mais consumido no Amazonas**. Disponível em: http://www.manaus.am.gov.br/portal_skins/pmm/secretarias/secretariaMunicipalDeAbastecimentoMercadosEFeiras>. Acesso em: 16 nov. 2006.

R Development Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 2005.

RASGUIDO, J. E. A.; ALBANEZ, J. R. Piscicultura em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 203, p. 32-37, mar./abr. 2000.

RIBEIRO, L. P.; MIRANDA, M. O. T. de; LIMA, L. C.; HOLANDA, E. D. Aquacultura empresarial. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 203, p. 5-9, mar./abr. 2000.

SALLUM, W. B. **Reprodução das principais espécies de peixes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 47 p. (Curso de Especialização Pós-graduação “Lato Sensu” Ensino à distância: Piscicultura).

SANTOS, E. **Peixes da água doce: vida e costumes dos peixes do Brasil**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1981. 268 p.

SANTOS, G. B.; FORMAGIO, P. G. Estrutura da ictiofauna dos reservatórios do rio Grande, com ênfase no estabelecimento de peixes piscívoros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 203, p. 98-106, mar./abr. 2000.

SATO, Y.; CARDOSO, E. L.; GODINHO, A. L.; GODINHO, H. P. Hypophysation of the anostomid fish white-piau *Schizodon kenerii* from the Rio São Francisco basin, Brazil. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48, p. 63-70, 1996a. Suplemento, 1.

SATO, Y.; CARDOSO, E. L.; GODINHO, A. L.; GODINHO, H. P. Hypophysation of the fish *Prochilodus affinis* from the Rio São Francisco basin, Brazil. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48, p. 55-62, 1996b. Suplemento, 1.

SATO, Y.; CARDOSO, E. L.; GODINHO, A. L.; GODINHO, H. P. Hypophysation parameters of the fish *Prochilodus marggravii* obtained in routine hatchery satation conditions. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 56, n. 1, p. 59-64, jan./mar. 1996c.

SATO, Y.; FENRICH-VERANI, N.; GODINHO, H. P. Reprodução indizada de peixes da bacia do São Francisco. In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (Org.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. p. 275-289.

SCHULZ, R. W.; ANDERSSON, E.; TARANGER, G. L. Photoperiod manipulation can stimulate or inhibit pubertal testis maturation in Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 3, n. 2, p. 121-126, Apr./June 2006.

SUNDARARAJ, B. I. **Reproductive physiology of teleost fishes**. United Nations Development Programm – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome: FAO, 1981. 41 p.

SZENTTAMÁSY, E. R.; BARBOSA, S. M. V. B.; OETTERER, M.; MORENO, I. A. M. Tecnologia do pescado de água doce: Aproveitamento do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 50, n. 2, p. 303-310, jun./set. 1993.

SILVA, N. J. R. da. **Dinâmicas de desenvolvimento da piscicultura e políticas públicas no Vale do Ribeira/SP e Alto do Vale do Itajaí/SC – Brasil**. 2005. 266 p. Tese (Doutorado em Aqüicultura e em Halieutique) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

URBINATI, E. C.; GONÇALVES, F. D. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) In: BALDISSEROTO, B.; GOMES, L. de C. (Org.). **Espécies nativas para a piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Editoraufsm, 2005. p. 225-255

TATAJE, D. R.; ZANIBONI FILHO, E. Cultivo do gênero *Leporinus*. In: BALDISSEROTO, B.; GOMES, L. de C. (Org.). **Espécies nativas para a piscicultura no Brasil**. Santa Maria: editoraufsm, 2005. p. 81-103.

THOMAZ, S. M.; ROBERTO, M. do C.; BINI, L. M. Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: VAZZOLER, A. E. A.; AGOSTINHO, A. A.; SEGATTI, N. H. **A planície de inundação do Alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: EDUEM, 1997. p. 73-102.

VAZZOLER, A. E. A. de M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: NUPELIA, 1996. 169 p.

VAZZOLER, A. E. A. de M.; MENEZES, N. A. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Chariciformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 52, n. 4, p. 627-640, out./dez. 1992.

VIDAL JR, M. V.; DONZELE, J. L.; ANDRADE, D. R. de; SANTOS, L. C. dos. Determinação da digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta do fubá de milho e do farelo de soja para tambaqui (*Colossoma macropomum*), utilizando-se técnicas com uso de indicadores internos e externos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2193-2200, nov./dez. 2004 (Supl. 3)

WALTHER, G.; POST, E.; CONVEY, P.; MENZEL, A.; PARMESANK, C.; BEEBEE, T. J. C.; FROMENTIN, J.; HOEGH-GULDBERGI, O. E BAIRLEIN, F. Ecological responses to recent climate change. **Nature**, London, v. 416, n. 6879, p. 389-395, Mar. 2002.

WEINGARTNER, M.; ZANIBONI FILHO, E. Dourado In: BALDISSEROTO, B.; GOMES, L. de C. (Org.). **Espécies nativas para a piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Editoraufsm, 2005. p. 257-286.

WOOTTON, R. J. **Ecology of teleost fishes**. London: Chapman & Hall, 1992. 404 p.

WOYNAROVICH, E.; HORVÁTH, L. **Propagação artificial de peixes de águas tropicais**: manual de extensão. Brasília: FAO/CODEVASF/CNPQ, 1983. 225 p.

ANEXOS

ANEXO A

	Página
TABELA 1A - Os trinta maiores produtores mundiais de pescado.....	61
TABELA 2A - Produção da aquicultura, segundo principais espécies de água doce do estado de Minas Gerais.....	62

TABELA 1A – Os trinta maiores produtores mundiais de pescado

PESCA E AQUICULTURA (1000 TONELADAS)						
PAÍSES	Peixes continentais	Peixes marinhos	Crustáceos	Moluscos	Mutros	TOTAL
China	19124	11542	4760	11694	1788	47120
Peru	44	9239	14	52	286	9350
Índia	3029	2345	636	3	75	6013
Indonésia	1152	3852	570	82	200	5656
Chile	569	4615	20	178	228	5382
Estados Unidos	708	3523	372	867	97	5470
Japão	369	3346	145	878	439	4738
Tailândia	546	2270	558	450	194	3824
Noruega	630	2461	65	4	0	3160
Vietnã	896	1334	449	215	185	2893
Rússia	416	2505	48	9	73	2978
Filipinas	516	1929	131	85	63	2661
Bangladesh	1756	234	112	0	0	2102
Myanmar	825	1092	70	0	1	1986
Coréia, f	30	1132	85	414	321	1661
Islândia	8	1696	21	11	0	1737
México	115	1080	142	75	127	1412
Malásia	82	1136	125	82	83	1424
Canadá	176	614	346	173	9	1309
Espanha	38	769	18	311	32	1135
Dinamarca	44	966	17	106	0	1132
Brasil	420	436	137	19	4	1012
Argentina	37	761	29	50	77	877
Marrocos	2	854	10	2	29	867
África do Sul	2	867	4	2	11	874
Egito	574	270	14	4	3	862
Reino Unido	175	523	55	96	10	850
França	49	503	17	242	30	811
Turquia	70	519	8	42	5	639
Nova Zelândia	6	444	3	94	85	547

Fonte: FAO Statistical Yearbook 2004, Issue 1 - WEB Edition

TABELA 2A - Produção da aquicultura, segundo principais espécies de água doce do estado de Minas Gerais.

PRINCIPAIS ESPÉCIES	QUANTIDADE (t) TOTAL
TOTAL GERAL	4.972,0
Peixes	4.914,0
Carpa	1.133,5
Pacu	316,0
Tambaqui	303,5
Tambacu	363,0
Tilápia	2.093,0
Truta	616,0
Outros	89,0
Crustáceos	0,0
Moluscos	0,0
Anfíbios	58,0
Rã	58,0

Fonte: IBAMA, 2005

ANEXO B

	Página
Figura 1B. Representação gráfica da produção total (t) da pesca extrativa e da aqüicultura em águas marinhas e continentais, 1888-2004.....	64
Figura 2B. Mapa da bacia do rio Grande e algumas das suas hidrelétricas.....	65

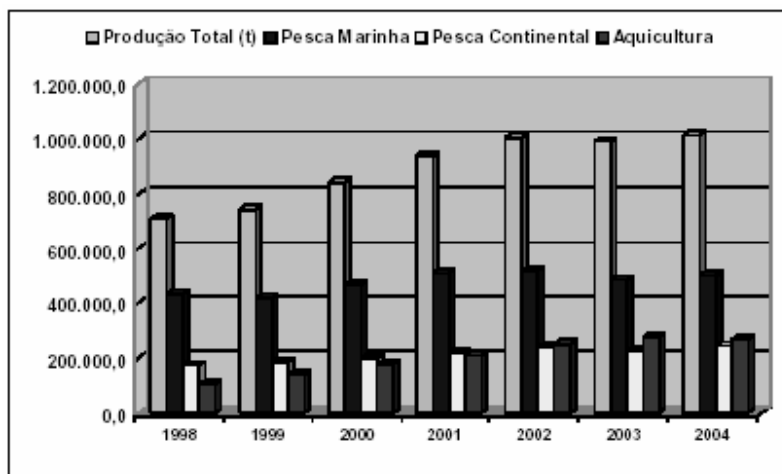


FIGURA 1A. Representação gráfica da produção total (t) da pesca extrativa e da aquicultura em águas marinhas e continentais, 1888-2004.

Fonte IBAMA, 2005

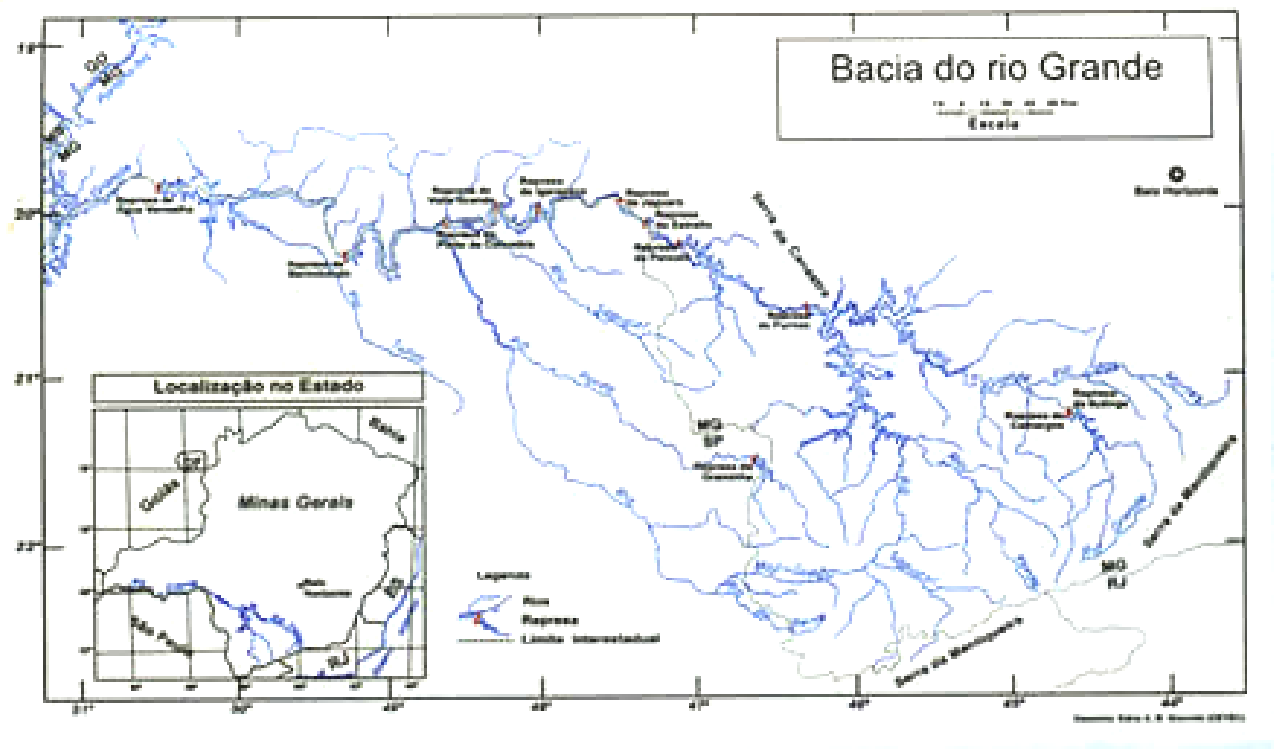


FIGURA 2A. Mapa da Bacia do rio Grande e algumas das suas hidrelétricas.

Fonte: CEMIG/CETEC, 2000.

ANEXO C

	Página
Anexo 1C. Teste de independência e Teste de homogeneidade.....	67
Anexo 2C. Teoria de modelos lineares generalizados e teste de Kruskal-Wallis.	68

ANEXO 1C

Teste de independência

Duas variáveis aleatórias discretas são independentes, se a ocorrência de qualquer valor de uma delas não altera a probabilidade de ocorrência de valores da outra. Em termos matemáticos, $P(X = x | Y = y) = P(X = x)$, para todos os possíveis valores (x, y) das variáveis (X, Y) .

A definição de independência exige que a igualdade seja verdadeira para todas as escolhas dos pares (x, y) . Assim, basta encontrar um par em que essa igualdade não se verifique, para se concluir que as variáveis aleatórias não são independentes.

$$\text{Estatística: } Q^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s \frac{(o_{i,j} - e_{i,j})^2}{e_{i,j}}, \text{ em que } r \text{ e } s \text{ representam o}$$

número de linhas e colunas (tabela de dupla entrada), respectivamente, $o_{i,j}$ representam as freqüências observadas e $e_{i,j}$ as freqüências esperadas (Bussab & Morettin, 2003).

Teste de homogeneidade

Consiste em verificar como hipótese, por exemplo, se a proporção de fêmeas com peso leve é igual à proporção de fêmeas com peso médio para todos os períodos. A estatística é a mesma do teste de independência, a diferença consiste apenas na forma que as freqüências esperadas são calculadas.

ANEXO 2C

Teoria de modelos lineares generalizados:

O uso de modelos lineares clássicos não é, em geral, apropriado para analisar dados de resposta binária (presença ou ausência de patologias maiores ou menores), pois as pressuposições do modelo não são atendidas. Na análise desse tipo de dados, pode-se utilizar a teoria de modelos lineares generalizados, que envolve uma transformação (não dos dados, mas da esperança condicional; nesse contexto a transformação é conhecida como função de ligação), mas o objetivo principal é encontrar uma escala sobre a qual um modelo linear aditivo ocorra.

Teste de Kruskal-Wallis:

Procede-se a classificação conjunta das $N = \sum_{i=1}^k n_i$ observações, dando

ordem 1 à menor e ordem N à maior delas.

Definindo-se a estatística do teste como sendo:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$$

Em que R_i é a soma das ordens atribuídas ao tratamento i .

À medida que os n_i crescem, a distribuição nula de H tende à distribuição de χ^2 , com (k-1) graus de liberdade.

O teste de Kruskal-Wallis é um método não paramétrico que foi introduzido por estes autores em 1952, como um competidor ou um substituto do teste F do campo paramétrico. Sua finalidade é estabelecer confronto entre k amostras independentes.

Admitindo k tratamentos (utilizados para delineamentos inteiramente casualizados), o teste permite averiguar se há diferença entre, pelo menos, dois deles, ou seja, a hipótese de nulidade (H_0) seria que os efeitos dos tratamentos são iguais. É, pois, um teste de posição para k amostras independentes.

Em caso da detecção de diferença entre efeitos de, pelo menos, dois tratamentos, pode ser empregado o método das comparações múltiplas, que serve como uma complementação do teste de Kruskal-Wallis.

Portanto, as técnicas não paramétricas devem ser empregadas quando as suposições distribucionais necessárias para a aplicação de uma técnica clássica não são satisfatoriamente atendidas, por exemplo, quando não for possível o cumprimento das pressuposições de normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias de tratamentos.

ANEXO D

	Página
TABELA 1D - Teste de independência aplicado nos dados de número de machos aptos de curimba (<i>P. lineatus</i>).....	71
TABELA 2D - Teste de homogeneidade aplicado nos dados de número de machos aptos de curimba (<i>P. lineatus</i>)....	71
TABELA 3D - Teste de independência aplicado nos dados de número de machos aptos de piracanjuba (<i>B. orbignyanus</i>).....	71
TABELA 4D - Teste de homogeneidade aplicado nos dados de número de machos aptos de piracanjuba (<i>B. orbignyanus</i>).....	72
TABELA 5D - Teste de independência aplicado nos dados de número de fêmeas aptas de pacu (<i>P. mesopotamicus</i>).....	72
TABELA 6D - Teste de homogeneidade aplicado nos dados de número de fêmeas aptas de pacu (<i>P. mesopotamicus</i>)...	72
TABELA 7D - Análise de Variância do resultado do Peso da desova (g) para o ensaio com curimba (<i>P. lineatus</i>).....	73
TABELA 8D - Análise de Variância do resultado de Peso da desova (g) para o ensaio com piracanjuba (<i>B. orbignyanus</i>)....	73
TABELA 9D - Teste de Kruskal - Wallis para o comportamento dos períodos do ano reprodutivo, quanto à taxa de fertilidade (%) das espécies de curimba (<i>P. lineatus</i>), pacu (<i>P. mesopotamicus</i>) e piracanjuba (<i>B. orbignyanus</i>) de acordo com os anos.....	74
TABELA 10D - Análise de variância dos resultados de Duração da motilidade (seg.), Volume (ml), Concentração (10 ⁹ ml) para o ensaio com sêmen de curimba (<i>P. lineatus</i>) com diferentes períodos da reprodução do Ano III.....	74
TABELA 11D - Resumo dos contrastes estudados para o número de patologias menores para o ensaio com sêmen de curimba (<i>P. lineatus</i>) com diferentes períodos da reprodução do Ano III.....	75
TABELA 12C - Resumo dos contrastes estudados para o número de patologias maiores para o ensaio com sêmen de curimba (<i>P. lineatus</i>) com diferentes períodos da reprodução do Ano III.....	75

TABELA 1D - Teste de independência aplicado nos dados de número de machos aptos de curimba (*P. lineatus*).

Combinações testadas	Estatística	gl	p-valor
Período x Classe de peso	21,3569	4	0,000269
Ano reprodutivo x Classe de peso	7,3416	4	0,1189
Ano reprodutivo x Período da reprodução	3,1603	4	0,531374

Combinações com p-valor<0,05 são consideradas dependentes pelo Teste de independência.

TABELA 2D - Teste de homogeneidade aplicado nos dados de número de machos aptos de curimba (*P. lineatus*).

Comparação das combinações específicas	Estatística	gl	p-valor
Novembro x Dezembro	2,4047	4	0,6617
Novembro x Janeiro	23,5010	4	<0,001
Dezembro x Janeiro	20,4874	4	<0,001
Leve x Médio	10,0340	4	0,0398
Leve x Pesado	24,0299	4	<0,001
Médio x Pesado	4,5278	4	0,3392

Combinações específicas com p-valor<0,05 são consideradas heterogêneas pelo Teste de homogeneidade

TABELA 3D - Teste de independência aplicado nos dados de número de machos aptos de piracanjuba (*B. orbignyanus*).

Combinações testadas	Estatística	gl	p-valor
Período x Classe de peso	0,83088	2	0,66005
Ano reprodutivo x Classe de peso	7,512143	2	<0,0001
Ano reprodutivo x Período da reprodução	6,485959	2	0,0550

Combinações com p-valor<0,05 são consideradas dependentes pelo Teste de independência.

TABELA 4D - Teste de homogeneidade aplicado nos dados de número de machos aptos de piracanjuba (*B. orbignyanus*).

Comparação das combinações específicas	Estatística	gl	p-valor
Ano I x Ano II	4,9054	2	0,0860
Ano I x Ano III	7,0571	2	0,0293
Ano II x Ano III	0,7514	2	0,6868
Leve x Pesado	7,9830	2	0,0184

Combinações específicas com p-valor<0,05 são consideradas heterogêneas pelo Teste de homogeneidade

TABELA 5D - Teste de independência aplicado nos dados de número de fêmeas aptas de pacu (*P. mesopotamicus*).

Combinações testadas	Estatística	gl	p-valor
Período x Classe de peso	5,0374	2	0,080563
Ano reprodutivo x Classe de peso	7,9303	1	0,004861
Ano reprodutivo x Período da reprodução	0,6390	2	0,726511

Combinações com p-valor<0,05 são consideradas dependentes pelo Teste de independência.

TABELA 6D - Teste de homogeneidade aplicado nos dados de número de fêmeas aptas de pacu (*P. mesopotamicus*).

Comparação das combinações específicas	Estatística	gl	p-valor
Ano I x Ano II	4,8235	1	0,0280
Leve x Pesado	3,1135	1	0,0776

Combinações específicas com p-valor<0,05 são consideradas heterogêneas pelo Teste de homogeneidade

TABELA 7D - Análise de variância do resultado do peso da desova (g) para o ensaio com curimba (*P. lineatus*).

Fonte de variação	G.L.	Quadrado Médio do Erro
Período	2	44.921,6239 *
Peso	2	56.804,3789 *
Período x Peso	4	24.414,8044
Erro experimental	45	13.451,5750
Total	53	
Média Geral		235,17
CV (%)		49,32

*Significativo, a probabilidade de 5%, pelo teste F.

TABELA 8D - Análise de variância do resultado de Peso da desova (g) para o ensaio com piracanjuba (*B. orbignyanus*).

Fonte de variação	G.L.	Quadrado médio do erro
Período	2	1.0271,6250*
Peso	1	2.860,1667
Período x Peso	2	299,5417
Erro experimental	18	3.398,3333
Total	23	
Média Geral		49,30
CV (%)		118,25

*Significativo, a 10% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 9D - Teste de Kruskal-Wallis para o comportamento dos períodos do ano reprodutivo, quanto à taxa de fertilidade (%) das espécies de curimba (*P. lineatus*), pacu (*P. mesopotamicus*) e piracanjuba (*B. orbignyanus*), de acordo com os anos.

Espécie	Ano	G.L.	Chi-square	p-valor
Curimba	I	1	3,0200	0,2209
	II	1	0,6962	0,7060
	III	1	0,2855	0,8670
Pacu	II	1	7,2000	0,0273*
	III	1	2,4828	0,2890
Piracanjuba	II	1	0,0889	0,9565
	III	1	1,7031	0,4268

* significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de Kruskal-Wallis

TABELA 10D - Análise de variância dos resultados de duração da motilidade (seg.), volume (ml), concentração (10^9 ml) para o ensaio com sêmen de curimba (*P. lineatus*), com diferentes períodos da reprodução do Ano III.

Fonte de Variação	G.l.	Quadrado Médio		
		Duração da motilidade (seg.)	Volume (ml)	Concentração (10^9 ml)
Período	2	161,5556	5,2560	672,3304*
Resíduo	5	166,3556	2,5847	134,1907
Total	17			
Média		56,00	2,43	36,00
C.V (%)		23,22	66,12	32,17

(*) significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 11D - Resumo dos contrastes estudados para o número de patologias menores para o ensaio com sêmen de curimba (*P. lineatus*) com diferentes períodos da reprodução do Ano III.

Contrastes	G.l.	Chi-square	p-valor
Novembro x Dezembro	1	2,95	0,0861
Novembro x Janeiro	1	4,42	0,0355
Dezembro x Janeiro	1	0,18	0,6751

TABELA 12C - Resumo dos contrastes estudados para o número de patologias maiores para o ensaio com sêmen de curimba (*P. lineatus*) com diferentes períodos da reprodução do Ano III.

Contrastes	G.l.	Chi-square	p-valor
Novembro x Dezembro	1	0,01	0,9207
Novembro x Janeiro	1	2,67	0,1239
Dezembro x Janeiro	1	2,37	0,1022