

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 27/10/2022.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
Campus de Ilha Solteira

BRUNA MAYRA BISPO DA SILVA BRAZILIANO

DESENVOLVIMENTO TESTICULAR DO PEIXE *Astyanax lacustris*
(CHARACIDAE) SUBMETIDOS POR TEMPO PROLONGADO À
TEMPERATURA DE 32°C.

Ilha Solteira

2021

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
ANIMAL-CTA**

BRUNA MAYRA BISPO DA SILVA BRAZILIANO

**DESENVOLVIMENTO TESTICULAR DO PEIXE *Astyanax lacustris*
(CHARACIDAE) SUBMETIDOS POR TEMPO PROLONGADO À
TEMPERATURA DE 32°C.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira-UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre.

Profa Dra Rosicleire Veríssimo Silveira

Orientadora

Ilha Solteira

2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Braziliano, Bruna Mayra.
B827d Desenvolvimento testicular do peixe *Astyanax lacustris* (Characidae)
 submetidos por tempo prolongado à temperatura de 32°C / Bruna Mayra
Braziliano. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2021
 45 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Produção Animal, 2021

Orientador: Rosicleire Veríssimo Silveira
Inclui bibliografia

1. Reprodução. 2. Teleósteos. 3. Morfologia. 4. Estresse térmico .


Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Unidade Técnica de Biblioteca e Documentação
CRB3 - 999



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: O DESENVOLVIMENTO TESTICULAR DE *Astyanax altiparanae* (CHARACIDAE) SUBMETIDO A ESTRESSE TERMAL POR TEMPO PROLONGADO

AUTORA: BRUNA MAYRA BISPO DA SILVA BRAZILIANO

ORIENTADORA: ROSICLEIRE VERISSIMO SILVEIRA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL, área: Produção Animal pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. ROSICLEIRE VERISSIMO SILVEIRA (Participação Virtual)
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

Prof. Dr. ALAN PERES FERRAZ DE MELO (Participação Virtual)
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

Prof. Dr. DIÓGENES HENRIQUE DE SIQUEIRA SILVA (Participação Virtual)
Faculdade de Biologia / Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA

Ilha Solteira, 27 de outubro de 2021

AGRADECIMENTOS

À Deus pela força e por todas as oportunidades que me foram dadas;

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, por todas as oportunidades;

Aos funcionários da Pós-Graduação em Ciências e tecnologia animal da UNESP-FEIS, por todo apoio;

Aos membros desta banca, obrigada por terem aceitado o convite e principalmente por contribuírem com o meu trabalho;

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES);

A minha orientadora Profa. Dra. Rosicleire Veríssimo Silveira, por acreditar em mim quando nem mesmo eu acreditava, por cada ensinamento e cada palavra de apoio;

Aos meus companheiros de laboratório, por cada ajuda, cada aprendizado; um agradecimento especial a Patrícia Postingel Quirino, Yane Nascimento e Luciane Gomes, por sempre me ajudarem nas coletas;

Aos funcionários do Departamento de Biologia e Zootecnia – FEIS, Meiri, Júnior, Wilder e Sidival por terem paciência comigo;

Ao Prof. Dr. Alan Peres Ferraz de Melo pela oportunidade, ajuda e apoio;

Ao Médico veterinário Lucio de Oliveira e Sousa pelas oportunidades e apoio;

Aos meus pais, Edna Bispo da Silva Brasileiro e David Brasileiro, por absolutamente tudo, por todo o carinho e apoio comigo desde a graduação. Vocês são parte fundamental em todo este processo;

Ao meu namorado João Paulo, por todo apoio e ajuda;

Aos meus amigos que o mestrado me deu Gabriela Carvalho, Gaby Freitas, Yane Nascimento, Yasmin Forni, Amário e José, pelas disciplinas realizadas juntos, por terem paciência comigo e me ensinarem principalmente estatística.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01- Testículo tubular anastomosado, mostrando detalhes da distribuição das células germinativas no epitélio.....	13
Figura 02. Ilustração do processo Espermatogênese cística em peixes. A- Representação do epitélio germinativo em peixes, evidenciando células somáticas e germinativas. B- descrição das células da linhagem espermatogênica.....	14
Figura 03- Estufa experimental e distribuição dos tanques do experimento.....	27
Figura 04- Ilustração da distribuição de tanques por tratamento.....	28
Figura 05- Ilustração do procedimento de anestesia e biometria.....	28
Figura 06- Biometria do exemplar de <i>Astyanax lacustris</i>	29
Figura 07- Testículo de <i>Astyanax lacustris</i> . A- Posição dos testículos na cavidade abdominal; B-testículos removidos.....	30
Figura 08- Testículo de <i>Astyanax lacustris</i> , fases apresentadas na Temperatura Ambiente.....	33
Figura 09- Testículo de <i>Astyanax lacustris</i> , fases apresentadas na Temperatura de 32°C.....	35
Figura 10- Frequência de espécimes de <i>Astyanax lacustris</i> por fases de maturação testicular para temperatura ambiente.....	38
Figura 11- Frequência de espécimes de <i>Astyanax lacustris</i> por fases de maturação testicular para temperatura de 32°C.....	38

Figura 12- Índice Gonadossomático (IGS) de *Astyanax lacustris* em temperatura ambiente (controle) e sob tratamento (32°C). As letras indicam diferença entre os meses para cada temperatura.....39

TABELAS

Tabela 01- Descrição das fases observadas no epitélio germinativo de *Astyanax lacustris* durante o período experimental em animais sob temperatura ambiente.....31

Tabela 02- Descrição das fases observadas no epitélio germinativo de *Astyanax lacustris* durante o período experimental 32°C.....32

RESUMO

Frente as condições extremas presentes no mundo, são agravadas pelas mudanças climáticas. Atribuída a emissão de gases pela atividade humana, resultando no aquecimento global. A influência da temperatura na reprodução dos peixes é de suma importância, pois os peixes são animais ectodérmicos e dependem do meio que vivem para reprodução, desova e alimentação. Deste modo foi escolhida a espécie de peixe *Astyanax lacustris*, este trabalho teve por objetivo avaliar o papel da alta temperatura no desenvolvimento testicular dessa espécie, quando os indivíduos foram expostos por seis meses a uma temperatura de 32°C, além de avaliar e caracterizar as fases do ciclo reprodutivo com base nas alterações do epitélio germinativo nas temperaturas testadas e avaliar o índice gonadossomático (IGS). Para tal, cento e trinta espécimes machos de *A. lacustris* foram mantidos em sistemas de circulação fechado sob temperatura da água ambiente (27,5°C) e 32°C. A realização das coletas ocorreu todo mês por um período de seis meses. Os testículos foram removidos, fixados, processados, incluídos em historesina e seccionados a 3 µm, submetidos a colorações de Hematoxilina/Eosina. Os resultados obtidos a partir da temperatura ambiente permitiram classificar as fases da espermatogênese de *A. lacustris* em fase Apto Espermição-subfase Intermediário, subfase Apto final, subfase Apto Final/ Regressão e fase Regressão, subfase- Regressão/ Proliferação espermatogonial, os obtidos a partir da temperatura de 32°C foi fase espermição, subfase- Apto intermediário, subfase- Apto Intermediário/Vacúolos, subfase- Apto final, subfase- Apto Final/Vacúolos, subfase Apto Intermediário/ Regressão, subfase-Apto Final/ Regressão e fase Regressão. Os resultados mostram que a alta temperatura desregulou a espermatogênese em *A. lacustris*, levando à produção de menos cistos e causando danos no epitélio e em algumas células germinativas, tais como a presença de vacúolos.

Palavras-chave: morfologia; teleósteos; estresse térmico

ABSTRACT

In view of the established climate change scenario and consequently the changes in global temperature, the influence of temperature on fish reproduction and the ecological and economic importance of the group as a whole. This study aimed to evaluate the role of high temperature in the testicular development of *Astyanax lacustris*, exposed for a long time, as well as to evaluate and characterize the phases of the reproductive cycle based on changes in the germinal epithelium at the temperatures tested, correlating with the gonadosomatic index (IGS). For this purpose, one hundred and thirty male specimens of *A. lacustris* were kept in a closed circulation system (800L) at room temperature and exposed to thermal stress at 32°C with an experimental period of six months (Oct/19 to Apr/20). During the entire experimental period, monthly collections were performed, in which the length of the specimens was measured, both body and gonad masses were measured, sectioned and fixed and later processed for histological analysis with a pre-established protocol, after processing of inclusion, the material was sectioned at 3µm, submitted to Hematoxylin/Eosin staining. The results obtained from room temperature allowed the classification of the phases in the reproductive cycle of male of *A. lacustris* in: phase spawning capable: mid subphase and late subphase; late subphase/regression; regression; regression/spermatogonial proliferation subphase. The phases obtained from the 32°C temperature were spawning capable phase, mid subphase; mid subphase /vacuoles; late subphase; late subphase/vacuoles; mid subphase /regression; late subphase/regression and regression phase. The present results show that the high temperature deregulated spermatogenesis in *A. lacustris*, leading to the production of fewer cysts and causing damage to the epithelium and some germ cells, such as the presence of vacuoles.

Keywords: morphology; teleosts; thermal stress.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	18
2.1	Objetivo geral	18
2.2	Objetivos específicos	18
	REFERÊNCIAS	19
	CAPÍTULO 2 - DESENVOLVIMENTO TESTICULAR DO PEIXE <i>Astyanax lacustris</i> (CHARACIDAE) SUBMETIDOS POR TEMPO PROLONGADO À TEMPERATURA DE 32°C	24
1	INTRODUÇÃO	24
2	MATERIAL E MÉTODOS	25
2.1	COMITÊ DE ÉTICA	25
2.2	Animais	25
2.3	Delineamento experimental	25
2.4	Biometria	27
2.5	Processamento e análises	28
3	RESULTADOS	29
4	DISCUSSÃO	39
	REFERÊNCIAS	45
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43

1. INTRODUÇÃO

Mudanças climáticas e peixes

Os efeitos das mudanças climáticas de modo geral, afetam e modificam a composição e o funcionamento de praticamente todos os ecossistemas da Terra (AYLLÓN *et al.*, 2020). Além do aquecimento, a mudança no uso da terra e perda de habitat são as três principais ameaças à biodiversidade aquática em todo o mundo sob a influência de distúrbios antrópicos (BAO *et al.*, 2021).

O aumento da temperatura do ar e a mudança dos padrões de precipitação por exemplo, alteram a temperatura da água e os regimes do fluxo em todo o mundo (KNOUFT, FICKLIN 2017). No caso dos peixes dulcícolas, em particular os neotropicais, a exposição a essas mudanças os coloca em posição de maior vulnerabilidade do que os peixes marinhos, porque os sistemas de água doce são mais rasos e têm uma capacidade de amortecimento térmico menor (FAO, 2018).

Estima-se que um aumento na temperatura da água nos rios e mares de 1,4–5,8°C ocorra até o final deste século, em decorrência das mudanças climáticas e ao aquecimento do planeta (IPCC, 2021). O painel Intragovernamental sobre mudanças climáticas (IPCC), publicou um relatório mostrando que as mudanças climáticas causadas pelos seres humanos são irrefutáveis, gerando um serie de consequências, como a mudança na composição da fauna e da flora pelo mundo, aumento de desastres naturais como tempestades, inundações, furacão e perda de recursos costeiros (IPCC, 2021). Aumento da temperatura da terra em estudos recentes vêm sugerindo a extinção de quase metade das espécies de água doce nas próximas décadas, com um declínio pronunciado nos trópicos (MANJARRÉS-HERNÁNDEZ *et al.*, 2021).

Em cenários pouco otimistas, com um aumento de 3,2°C e 2 °C respectivamente, cerca de 36% e 9% das espécies de água doce estariam expostas a extremos climáticos. Já em cenário mais otimista, a limitação a 1,5°C reduziria para 4% as espécies expostas a extremos de temperatura, sendo as espécies de água doce da região tropical as mais afetadas (BARBAROSSA *et al.*, 2021). Com um agravante para espécies com tamanho corporal menor e/ou áreas geográficas limitadas tendem a uma maior probabilidade de extinção (MANJARRÉS-HERNÁNDEZ *et al.*, 2021). Isso porque, as espécies tropicais vivem em um ambiente térmico uniforme e estão próximas de seus limites térmicos, sendo assim extremamente vulneráveis ao aquecimento global. Como exemplo, espécies amazônicas podem apresentar pouca plasticidade de se adequar às mudanças climáticas, uma vez que não há varrições bruscas em seus habitats (MADEIRA *et al.*, 2016, CAMPOS *et al.*, 2017).

No entanto, as respostas fisiológicas à temperatura elevada da água observadas em ambiente controlado, como laboratórios, não podem ser usadas como medidas responsáveis por toda a extensão da complexidade ecológica, uma vez que podem não coincidir com as respostas observadas na natureza, porém é uma fonte segura para propor medidas mitigadoras (POTTS *et al.*, 2021).

Dentre as respostas fisiológicas, considerando os componentes do eixo hipotálamo-hipófise-gônada, as variações na temperatura afetam principalmente as gônadas, as quais são mais facilmente danificadas por tratamentos térmicos através da inibição da expressão e síntese adicional de proteínas relacionados com a esteroidogênese gonadal (MIRANDA *et al.*, 2013).

Organização Testicular em Peixes

Na maioria dos teleósteos, os testículos são órgãos pares (SIQUEIRA-SILVA *et al.*, 2020), com simetria semelhante entre o direito e esquerdo, alongados, emparelhados, ligados à parede dorsal do corpo pelo mesórquio, unindo-se na extremidade caudal, formando um ducto espermático que se exterioriza através da papila urogenital, por onde o sêmen é liberado, podendo sofrer modificações morfoestruturais ao longo do ciclo (RODRIGUES; QUEROL; BRACCINI, 2005; GRIER; URIBE-ARANZÁBAL, 2009; COSTA *et al.*, 2014; CHAGAS *et al.*, 2014; QUIRINO, 2021).

Uma camada de tecido conjuntivo reveste todo o órgão, com projeções sendo emitidas para o seu interior, delimitando assim os lóbulos ou túbulos seminíferos que revestem e sustentam o tecido epitelial germinativo (EG), denominados de interstício, sendo estas regiões separadas estruturalmente pela membrana basal (GRIER, 1981). Essas projeções de tecido conjuntivo, delimita o testículo em dois compartimentos, o epitélio germinativo, que desempenhará as funções espermatogênicas e a região intersticial, responsável pela síntese esteroidogênica, (LACERDA, 2006). Tornando-o assim parcialmente endócrino, uma vez que tem capacidade de liberação de esteroides (TOVO-NETO *et al.*, 2020).

De acordo com a espécie, a organização do epitélio germinativo pode apresentar características pontuais e singulares, permitindo classificá-lo em dois tipos: tubular anastomosado, presentes nas espécies filogeneticamente mais basais, tais como o *Astyanax lacustris* (SIQUEIRA-SILVA *et al.*, 2017), caracterizado pela formação de anastomoses ou seções em seu epitélio germinativo, em que os compartimentos encontram-se interconectados, impedindo a identificação do início ou término do túbulo (PARENTI; GRIER, 2004) (Fig. 01).

Figura 01- A-Testículo tubular anastomosado, B e C-detalhes da distribuição das células germinativas no epitélio, de acordo com o tipo espermatogonial (B-irrestrito/C-restrito).



(adaptado de Grier *et al.*, 1980)

Já no testículo com características lobulares, o compartimento germinativo é definido por apresentar formato digitiforme, que se estende em prolongamentos que terminam em um fundo cego na periferia do testículo. Podendo ainda, de acordo com a distribuição das espermatogônias ao longo dos lóbulos apresentar duas características que os particularizam lobular irrestrito e lobular restrito (GRIER, 1993; PARENTI E GRIER, 2004; GRIER ; URIBE, 2009). Sendo este tipo de estrutura testicular observada em espécies mais derivadas, tais como os Neoteleósteos, caso do tucunaré *Cichla kelberi* (SIQUEIRA-SILVA *et al.*, 2013).

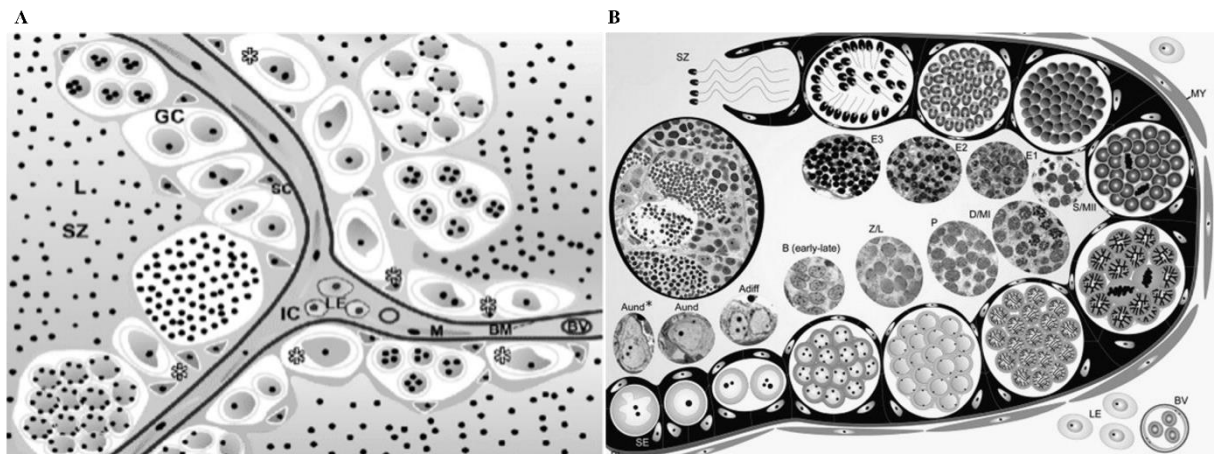
Mesmos com essas características que definem o tipo testicular na maioria dos peixes ósseos, tanto em espécies com testículos lobulares (restrito/irrestrito), como tubulares anastomosados, os compartimentos germinativos e intersticiais permanecem separados pela membrana basal, que é responsável por fornecer suporte tanto as células de Sertoli, como as células da linhagem germinativa (GRIER *et al.*, 1992)

Espermatogênese

A espermatogênese é um processo conservativo para a maioria dos vertebrados, diferindo em alguns aspectos em peixes e anfíbios (GRIER, 1993).

A produção de espermatozoides haploides funcionais é um importante pré-requisito para a reprodução em machos (THÖNNES *et al.*, 2020). Sendo uma atividade equilibrada das células-tronco espermatogoniais, que se autorrenovam para produzir mais células-tronco, assim como mantê-las no epitélio (DE ROOIJ; RUSSELL, 2000; SCHULZ, MIURA, 2002; EHMCKE *et al.*, 2006). Todo esse processo ocorre simultaneamente a proliferação celular, diferenciação e crescimento do tecido (NAKAMURA *et al.*, 1998). A espermatogônia uma vez envolvida pelas projeções das células de Sertoli, forma o espermatocisto, no epitélio germinativo que reveste o compartimento seminífero testicular (GRIER, 1981; 2002; BILLARD, 1986; PUDNEY, 1995; GURAYA, 2001; GRIER; URIBE, 2009; SCHULZ *et al.*, 2010). (Fig. 03).

Figura 02- Ilustração do processo Espermatogênese cística em peixes. A-Representação do epitélio germinativo em peixes, evidenciando células somáticas e germinativas. B-descrição das células da linhagem espermatogênica.



Adaptado: Siqueira-Silva *et al.*, 2018^a; Schulz e Nóbrega, 2010^b

Com o início da meiose, as espermatogônias encistadas, diferenciam-se em espermatocistos primários e com o início das divisões meióticas, conseqüentemente surgem os espermatocistos secundários. Ao final deste, originam-se as espermátides, e ainda no interior do cisto a espermatogênese se completa com a formação da célula haploide (GRIER, 1981; GRIER, 1993; GARCIA; FERNÁNDEZ, 2001; SCHULZ, *et al.*, 2010).

O encistamento das espermatogônias pelas células de Sertoli é fundamental para a sincronia do mesmo, no caso de teleósteos, e estas células formam uma barreira hemato-testicular favorável que se unem umas às outras através de especializações presentes nas suas membranas (LOIR *et al.*, 1995).

Com a formação dos espermatozoides, as células que antes a englobavam, se rompem e os liberam para o lúmen do epitélio germinativo. Em relação a esse processo, Grier (1993) o denominou como contínuo ou descontínuo sendo corroborado por Taylor (1998). De acordo com os autores e demais pesquisadores, o epitélio contínuo caracteriza-se por possuir uma população contínua de células germinativas e células de Sertoli por todo o comprimento do lóbulo. No entanto, no epitélio descontínuo há perdas graduais das células germinativas, em razão da liberação dos espermatozoides, entretanto, essa descontinuidade do epitélio não ocorre de maneira uniforme (GRIER; TAYLOR, 1998; GRIER; LO NOSTRO, 2000; BROWN-PETERSON *et al.*, 2002; GRIER; ARANZABAL, 2009).

Posteriormente padronizado por Brown-Peterson e colaboradores (2011), criando assim, uma classificação para auxiliar na melhor compreensão da maturação testicular. A classificação testicular foi dividida nas seguintes fases e subfases.

Deste modo, a partir das características do epitélio germinativo (EG) contínuo ou descontínuo e das células germinativas presentes, foi possível estabelecer fases do desenvolvimento testicular, inicialmente proposto por Grier (1981) e posteriormente padronizado por Brown-Peterson e colaboradores (2011). A classificação testicular foi dividida nas seguintes fases:

Imaturo: testículos pequenos, translúcidos e filiformes, possui somente espermatogônias indiferenciadas e nunca liberou espermatozoides.

Em desenvolvimento: se inicia quando os testículos começam a crescer e se desenvolver. Os testículos são pequenos, com facilidade para serem identificados. Início da espermatogênese e formação dos espermatócitos. Presença de espermatogônias, espermatócitos primários e secundários, espermatídes iniciais e finais. Não contém espermatozoides no lúmen. O epitélio germinativo é contínuo por todo o testículo.

Apresenta uma subfase Inicial: quando apenas espermatogônias e espermatócitos primários presentes.

Apto a reprodução: testículos grandes, firmes e opacos. Espermatozoides presentes no lúmen dos túbulos seminíferos. Ocorrem todos os estágios da espermatogênese e o epitélio é descontínuo.

Subfases:

Inicial: epitélio contínuo ao longo de todo o testículo;

Intermediária: epitélio germinativo descontínuo nas proximidades do ducto espermático;

Final: epitélio germinativo descontínuo por todo o testículo.

Regressão: testículos pequenos e flácidos, espermatozoides não liberados sob pressão. Presença de espermatozoides residuais no lúmen. Contendo espermátides não liberadas. Proliferação das espermatogônias e regeneração do epitélio germinativo tendo início.

Regeneração: testículos pequenos e filiformes. Lúmen dos túbulos seminíferos não detectável ou discreto. Espermatogônias em proliferação por todo testículo. Ausência de espermatocistos. Espermatozoides residuais podem estar presentes no lúmen dos túbulos seminíferos e ducto espermático (BROWN-PETERSON *et al.*, 2011).

Diante do exposto acima, o conhecimento do ciclo reprodutivo e das características morfológicas das células germinativas, é fundamental para a compreensão da espermatogênese (RODRIGUES *et al.*, 2015; CHAGAS, NINHAUS-SILVEIRA, VERÍSSIMO-SILVEIRA, 2016; ZARDO, 2018; POSTINGEL-QUIRINO *et al.*, 2020).

Deste modo, considerando que os peixes são bons modelos para pesquisas relacionadas à influência de fatores ambientais sobre a sua reprodução, um evento fisiológico de custo energético muito alto e ocorre somente quando os animais estão em condições favoráveis (RIBEIRO; GUIMARÃES, 2012).

A espécie modelo: Lambari do rabo amarelo *Astyanax lacustris*

São pertencentes à ordem Characiformes, família Characidae e gênero *Astyanax* (SANTOS, 2004). O lambari do rabo amarelo é uma espécie de pequeno porte, tendo de 10 a 15 cm de comprimento e pesa em média 60 gramas. Tem um hábito onívoro e cresce rapidamente, alcançando a maturidade sexual por volta dos quatro meses de idade em condições de cultivo. São encontrados ao longo de pequenos riachos, lagos e rios que formam bacias hidrológicas em ambientes tropicais (PORTO-FORESTI *et al.*, 2001).

Para esta espécie, durante o período reprodutivo existem diferenças morfológicas óbvias entre machos e fêmeas. Além de serem maiores e mais abauladas na região ventral, as fêmeas geralmente amadurecem mais cedo, enquanto a taxa de crescimento dos machos é superior à das fêmeas (PORTO-FORESTI *et al.*, 2005; SATO *et al.*, 2006). Durante este período, as fêmeas ainda são fortemente irrigadas por vasos sanguíneos, principalmente na região ventral do corpo, nas barbatanas peitorais e pélvicas. Os machos são pequenos e esguios. Durante o período reprodutivo os machos de *Astyanax lacustris* possuem nadadeira anal mais áspera, devido a presença de espículas, sendo uma característica fundamental para selecionar os machos (PORTO-FORESTI *et al.*, 2005).

Sabe-se que a produção atual desta espécie é utilizada principalmente para comercialização de iscas vivas e consumo direto (FERREIRA *et al.*, 2014). Além disso, tem

sido utilizado como modelo biológico (CARNEIR-LEITE *et al* 2022; QUIRINO *et al* 2021) devido às suas características de rápido crescimento, fácil manuseio, aceitação de alimentação artificial e alta fecundidade (DRUMMOND *et al.*, 2000).

Diante do exposto acima com relação ao aquecimento global, a influência da temperatura na reprodução dos peixes e da importância ecológica e econômica do *A. lacustris*, este trabalho teve por objetivo avaliar o papel da alta temperatura no desenvolvimento testicular dessa espécie, quando os indivíduos são expostos por um tempo prolongado de 6 meses a uma temperatura de 32°C.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os espécimes em temperatura ambiente e de 32°C apresentaram as mesmas fases Apto a espermição e regressão, tendo diferenças nas subfases para cada temperatura. Com relação à elevação da temperatura da água, podemos concluir que ela acelerou o processo de espermatogênese e as células de Sertoli apresentam vacúolos, provavelmente as células germinativas. Teve mais a fase regressão e presença de vacúolos nos animais de temperatura de 32°C. Os vacúolos não foram observados em animais que estavam a temperatura ambiente. Uma região praticamente do testículo não retornou, ou demorando para retornar, justamente pela presença de vacúolos, e por não apresentar cistos, ou com ter aspecto de regressão. Apresentando praticamente uma depleção.