

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA**

**TICIANE LÚCIA CASTRO DE SOUSA RORIZ**

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS PROPORÇÕES FENOTÍPICAS DO  
CRUZAMENTO DE DIFERENTES LINHAGENS DE “GUPPY”  
*Poecilia reticulata***

**FORTALEZA  
2011**

TICIANE LÚCIA CASTRO DE SOUSA RORIZ

ANÁLISE DAS PROPORÇÕES FENOTÍPICAS DO  
CRUZAMENTO DE DIFERENTES LINHAGENS DE “GUPPY”  
*Poecilia reticulata*

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira de Pesca.

Área de concentração: Aquicultura.

Orientador: Prof. Dr. José Renato de Oliveira César.

FORTALEZA  
2011

Roriz, Ticiane Lúcia Castro de Sousa

Análise comparativa das proporções fenotípicas do cruzamento de diferentes linhagens de “Guppy” *Poecilia reticulata* / Ticiane Lúcia Castro de Sousa Roriz – Fortaleza, 2011.

55 f. il.; color. enc.

Orientador: Prof. Dr. José Renato de Oliveira

Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Depto. de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2011.

TICIANE LUCIA CASTRO DE SOUSA RORIZ

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS PROPORÇÕES FENOTÍPICAS DO  
CRUZAMENTO DE DIFERENTES LINHAGENS DE “GUPPY”**  
*Poecilia reticulata*

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia de Pesca, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheira de Pesca. Área de concentração: Aquicultura.

Aprovada em \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA:



.....  
Prof. Dr. José Renato de Oliveira César (Orientador/Presidente)  
Universidade Federal do Ceará-UFC

.....  
Prof. Dr. Vicente Vieira Faria (Membro)  
Universidade Federal do Ceará-UFC

.....  
Eng. de Pesca, M.Sc. Sérgio Alberto Apolinário Almeida (Membro)  
Universidade Federal do Ceará-UFC

Aos meus Pais, meu Esposo e meu Filho.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que nos momentos mais difíceis me deu forças para prosseguir.

Aos meus pais Donisete Oliveira de Sousa e Maria do Socorro Castro de Sousa, pelo apoio financeiro e emocional nessa longa jornada, de forma especial minha mãe, que quase diariamente me telefonava proferindo as palavras certas nas horas certas, me acalmando e encorajando. Que muitas vezes abandonou tudo vindo para Fortaleza me ajudar.

Ao meu esposo Péricles Roriz, que cuidou tão bem do nosso filho no período em que eu estava na faculdade, que me compreendeu nos momentos difíceis e sempre acreditou em mim e sem o qual a realização deste trabalho não seria possível.

Ao meu filho Antônio Augusto, pelo amor, paciência e compreensão.

Aos meus irmãos amados, Lidiane Rachel, Paulo Giordane e Júlio César.

Ao meu orientador, Professor Dr. José Renato de Oliveira César, por me ensinar com o seu exemplo a ser um profissional ético, por me apresentar ao mundo da pesquisa, pelos conselhos, paciência, pela oportunidade e orientação.

Aos membros do Genaqua (Grupo de Genética Aplicada à Aquicultura) em especial Fernando Lopes, por sua amizade, pelos trabalhos compartilhados e força no dia-a-dia.

A todos os professores e funcionários do departamento de Engenharia de Pesca.

Ao colega de curso Marcos Felipe Venturieri e a todos da Piscicultura Tanganyika que me cederam os peixes para o presente trabalho.

A toda minha família, colegas de curso, e todos que contribuíram direta ou indiretamente na realização deste sonho.

“[...] porque a Deus nenhuma coisa é impossível.”  
“[...] bem-aventurada és tu que creste, pois se não  
de cumprir as coisas que da parte do senhor te  
foram ditas!”

(Lucas cap.1, 37.45).

## RESUMO

A espécie *Poecilia reticulata*, conhecida popularmente como *Guppy* é originária da América do Sul e Central. Sua cobertura geográfica atual inclui quase todas as zonas costeiras, tropicais e subtropicais do globo. São ótimos objetos de experimentação, pois se reproduzem facilmente, possuem um ciclo de vida curto e variações morfológicas bem definidas. É considerado um dos peixes mais populares na aquarofilia. Os objetivos deste trabalho foram estudar as proporções sexuais e fenotípicas resultantes de cruzamentos entre três linhagens de *P. reticulata*, e avaliar individualmente a coloração cutânea resultantes destes cruzamentos. Foram adquiridas no Criatório Tanganyika, Aquiraz-Ce, 36 matrizes de três diferentes linhagens de *Guppy* (cobra, *german* e *moscow*) sendo 12 indivíduos de cada linhagem (3 machos e 9 fêmeas). Estes foram transportados até o laboratório onde foram submetidos a um banho profilático. Após a profilaxia os indivíduos foram sexados, aclimatados e estocados por 90 dias para a completa depuração dos ovidutos das fêmeas, em reservatórios de polietileno de 70L devidamente identificados com etiquetas especificando a linhagem, o sexo e o número de indivíduos, equipados de um sistema com aeração constante. Após este período, foram realizados cruzamentos piloto entre *guppies* de mesma linhagem (1♂ cobra x 3♀ cobra), (1♂ *german* x 3♀ *german*), (1♂ *moscow* x 3♀ *moscow*) para verificar se as condições eram favoráveis para a reprodução da espécie. Obtendo sucesso no piloto iniciaram-se os cruzamentos teste divididos em 3 tratamentos (T1 – cobra, T2 – *german*, T3 - *moscow*), cada aquário do tratamento constituído por um macho de mesma linhagem para três fêmeas de linhagens iguais entre si, mas distintas da linhagem do macho. Utilizaram-se 18 aquários de 60L, sendo 9 para reprodução e 9 para maternidade. As fêmeas fecundadas eram colocadas em um mini tanque rede, dentro do aquário maternidade, para evitar o canibalismo sobre a prole e permitir a observação do número de filhotes liberados por gestação. A prole de cada cruzamento foi cultivada por 60 dias após esse período os indivíduos foram sexados, pesados, medidos, fotografados e colocados em reservatórios de polietileno. As imagens digitais foram processadas e analisadas para a identificação e quantificação das cores através do recurso Set Foreground Color do software Adobe Photoshop CS3 Extended (2007). A proporção sexual foi determinada pela análise de 100 nascimentos de desovas sucessivas, resultante de cada um dos cruzamentos teste, teste I – 1,4♀ : 1♂, teste II – 3,8♀ : 1♂, teste III - 4♀ : 1♂ e teste IV – 3,5♀ : 1♂. O número de fêmeas foi maior que o de machos em todos os cruzamentos. Os dados de coloração foram compilados em tabelas que expressam os padrões típicos resultantes dos cruzamentos das diferentes linhagens. Na análise da proporção das cores obtidas nos cruzamentos controle, verificou-se que as proles seguiram os mesmos padrões de coloração dos pais. Nos testes I e III, os indivíduos heterozigóticos apresentaram um fenótipo que resulta da predominância dos fenótipos das linhagens envolvidas. E nos testes II e IV, os indivíduos heterozigóticos apresentaram um fenótipo intermédio entre os fenótipos das linhagens envolvidas.

Palavras-chave: *Guppy*, *Poecilia reticulata*, Proporções fenotípicas.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

		Pag.
Figura 1	<i>Poecilia reticulata</i> em seu estado natural, (A) macho (B) fêmea.	15
Figura 2	Macho de <i>Guppy</i> asiático, seta evidenciando o gonopódio.	16
Figura 3	Fêmea de <i>Guppy</i> selvagem, seta evidenciando a mancha ventral.	17
Figura 4	Fêmea de <i>Guppy</i> de linhagem cobra, com seta evidenciando a mancha ventral.	17
Figura 5	Algumas variedades de <i>Guppy</i> . (A) Cobra, (B) Albino long fin, (C) Albino red, (D) Mosaico, (E) Cauda redonda, (F) Espada.	19
Figura 6	Vista frontal do Laboratório de Biotecnologia Aplicada à Aquicultura GENAQUA	21
Figura 7	Reservatório de polietileno, utilizado para estocar as matrizes no período de depuração.	22
Figura 8	Vista da sala de aquários, evidenciando os 9 aquários de reprodução.	25
Figura 9	Fêmea linhagem cobra medida com paquímetro.	26
Figura 10	Balança digital, utilizada para pesagens.	26
Figura 11	Mini tanque rede onde as fêmeas eram colocadas dentro dos aquários de reprodução, permitindo a troca de feromônios e evitando o contato físico com o macho.	27
Figura 12	Alguns aspectos importantes observados na reprodução dos guppies; (A) Nado do macho em perseguição das fêmeas, na imagem casal linhagem <i>moscow</i> , (B) Nado em paralelo do casal, na imagem casal linhagem cobra, (C) Posição vertical assumida pelos machos, na imagem macho de <i>moscow</i> e fêmea <i>german</i> , (D) fêmea de cobra do cruzamento com macho <i>moscow</i> sem pigmentação, evidenciada pela seta.	28
Figura 13	Vista da sala de aquários , evidenciando os 9 aquários maternidade.	29

Figura 14	Fêmea de <i>Guppy</i> linhagem <i>moscow</i> com o ventre abaulado.	30
Figura 15	Exemplares de matrizes linhagem cobra, (A) macho com 4,72 e (B) fêmea com 5,83cm de comprimento total.	32
Figura 16	Exemplares de matrizes linhagem <i>german</i> , (A) macho com 3,76 cm e (B) fêmea com 4,38cm de comprimento total.	32
Figura 17	Exemplares de matrizes linhagem <i>moscow</i> , (A) macho com 4,59cm e (B) fêmea com 5,13cm de comprimento total.	32
Figura 18	Compartimentação Endler (1978) do plano do corpo do <i>Guppy</i> em três partes: 1- anterior, 2 - posterior, 3 – caudal.	33
Figura 19	Fêmea de <i>Guppy</i> linhagem <i>moscow</i> , exemplar da prole do cruzamento controle 3 (macho <i>moscow</i> x fêmea <i>moscow</i> ), exemplificado as áreas selecionadas e as 132 subdivisões de cada área.	34
Figura 20	Gráfico do número de indivíduos por desova controle 1: macho cobra x fêmea cobra.	36
Figura 21	Gráfico do número de indivíduos por desova teste 1: macho cobra x fêmea <i>moscow</i> .	36
Figura 22	Gráfico do número de indivíduos por desova teste 2: macho cobra x fêmea <i>german</i> .	37
Figura 23	Gráfico do número de indivíduos por desova controle 2: macho <i>german</i> x fêmea <i>german</i> .	37
Figura 24	Gráfico do número de indivíduos por desova teste 3: macho <i>german</i> x fêmea <i>moscow</i> .	38
Figura 25	Gráfico do número de indivíduos por desova teste 4: macho <i>german</i> x fêmea cobra.	38
Figura 26	Gráfico do número de indivíduos por desova controle 3: macho <i>moscow</i> x fêmea <i>moscow</i> .	39
Figura 27	Figura 27 – Machos típicos dos cruzamentos realizados no Tratamento I: (A) (cobra ♂ x cobra ♀), (B) (cobra ♂ x <i>german</i> ♀) e (C) (cobra ♂ x <i>moscow</i> ♀).	42

Figura 28	Figura 28 – Fêmeas típicas dos cruzamentos realizados no Tratamento I: (A) (cobra ♂ x cobra ♀), (B) (cobra ♂ x <i>german</i> ♀) e (C) (cobra ♂ x <i>moscow</i> ♀).	43
Figura 29	Figura 29 – Machos típicos dos cruzamentos realizados no Tratamento II: (A) ( <i>german</i> ♂ x <i>german</i> ♀) (B) ( <i>german</i> ♂ x cobra ♀) e (C) ( <i>german</i> ♂ x <i>moscow</i> ♀).	44
Figura 30	Figura 30 – Fêmeas típicas dos cruzamentos realizados no Tratamento II: (A) ( <i>german</i> ♂ x <i>german</i> ♀), (B) ( <i>german</i> ♂ x cobra ♀) e (C) ( <i>german</i> ♂ x <i>moscow</i> ♀).	45

## LISTA DE TABELAS

	Pag.	
Tabela 1	Relação dos cruzamentos realizados entre diferentes linhagens de <i>P. reticulata</i> .	26
Tabela 2	Número de indivíduos total resultantes de desovas sucessivas de cada cruzamento entre diferentes linhagens de <i>Poecilia reticulata</i> .	35
Tabela 3	Proporção sexual resultante de cada cruzamento entre diferentes linhagens de <i>Poecilia reticulata</i> .	40
Tabela 4	Resultado da análise da proporção de cores das matrizes de linhagem cobra.	46
Tabela 5	Resultado da análise da proporção de cores das matrizes linhagem <i>german</i>	46
Tabela 6	Resultado da análise da proporção de cores das matrizes linhagem <i>moscow</i>	47
Tabela 7	Resultado da análise da proporção de cores dos filhotes originados do cruzamento – Cobra x Cobra - Controle I	47
Tabela 8	Resultado da análise da proporção de cores dos filhotes originados do cruzamento <i>German</i> x <i>German</i> - Controle II	48
Tabela 09	Resultado da análise da proporção de cores dos filhotes originados do cruzamento <i>Moscow</i> x <i>Moscow</i> - Controle III	48
Tabela 10	Resultado da análise da proporção de cores dos filhotes originados do cruzamento Cobra x <i>Moscow</i> - Teste I	49
Tabela 11	Resultado da análise da proporção de cores dos filhotes originados do cruzamento Cobra x <i>German</i> - Teste II	49
Tabela 12	Resultado da análise da proporção de cores dos filhotes originados do cruzamento <i>German</i> x <i>Moscow</i> - Teste III	50
Tabela 13	Resultado da análise da proporção de cores dos filhotes originados do cruzamento <i>German</i> x Cobra - Teste IV	50

## SUMÁRIO

	Pag.
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>1.1 Aquicultura de Espécies Ornamentais no Brasil e no Mundo</b>	12
<b>1.2 Espécie estudada: <i>poecilia reticulata</i></b>	14
1.2.1 Origem e Classificação Taxonômica	14
1.2.2 Ambiente	15
1.2.3 Alimentação	16
1.2.4 Dimorfismo Sexual	16
1.2.5 Reprodução: Tamanho e Idade Reprodutiva	18
1.2.6 Valor Econômico	18
1.2.7 <i>Guppy</i> : Uma Ferramenta Modelo no Estudo da Genética	19
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>21</b>
2.1 Instalações	21
2.2 Aquisição das Matrizes	21
2.3 Profilaxia e Aclimatação	22
2.4 Depurações dos Ovidutos das Matrizes	23
2.5 Períodos de Estocagem dos Machos	23
2.6 Cruzamentos Piloto	24
2.7 Cruzamentos Teste	25
2.8 Observações dos Nascimento	29
2.9 Alimentação	30
2.10 Parâmetros Físico-Químicos da Água	31
2.11 Sexagem e Biometria das Proles	31
2.12 Observações dos Fenótipos	32
2.13 Obtenção dos Dados	33
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>35</b>
3.1 Observações dos Nascimento	35
3.2 Sexagem das Proles	39
3.3 Análise dos Dados	40
<b>4. CONCLUSÕES</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>52</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Aquicultura de Espécies Ornamentais no Brasil e no Mundo

O Brasil é um país de dimensões continentais, ocupando uma área de 8.547.404 km<sup>2</sup>. Está dividido em cinco regiões: Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e Norte. Tem 12% das reservas de água doce disponível no planeta, com mais de dois milhões de hectares de zonas húmidas, estuários e reservatórios adequados para a aquicultura, e 25.000 rios em todo o país. Possui um litoral que se estende por 8.500 km e um total de 26 Estados, 15 banhados pelo Oceano Atlântico (FAO, 2006 a). É considerado o maior celeiro de peixes ornamentais de água doce do mundo devido à pesca extrativa da região Amazônica e as explorações do pantanal Mato-Grossense. (VIDAL JUNIOR, 2007). Mais de 90% dos peixes ornamentais de água doce são criados em cativeiro em comparação com apenas 2% no caso dos peixes marinhos (FAO, 2005).

A aquicultura de espécies ornamentais é uma atividade bastante promissora e que possui grande potencial de exportação. Como consequência disto, diversos países estão cada vez mais incentivando a produção e o comércio destes organismos (LIMA et al, 2001). Por ano são comercializadas aproximadamente 4000 espécies de peixes ornamentais dulcícolas e 1400 marinhas (WHITTINGTON, 2007). O mercado mundial de peixes ornamentais e plantas aquáticas de acordo com a FAO (2006 b) foi estimado em 15 bilhões de dólares e deve crescer entre 10-15% ao ano. Os países asiáticos contribuíram com cerca de 59% da produção mundial, sendo os principais importadores, representando cerca de 56% do mercado de importação de peixes ornamentais do mundo, seguido pela União Europeia (39%) e a África (4%). Devido à revolução tecnológica, que empregando novas técnicas e materiais, permitiu o rápido desenvolvimento de oceanários públicos e vários aquários particulares, a popularidade da aquariofilia aumentou consideravelmente a nível mundial (DELBEEK, 2001).

Em meados da década de 1920 foi introduzida no Brasil a aquicultura de peixes ornamentais, através de criações trazidas por um imigrante Japonês (Sigeiti Takase) que se fixou na cidade do Rio de Janeiro, tornando-se pioneiro nesta atividade e na divulgação do hobby da aquariofilia no país (LIMA et al, 2001). A difusão das pisciculturas de peixes ornamentais no meio rural começou no início dos anos de 1980, aliada a crescente demanda do mercado consumidor pelos peixes asiáticos de coloração intensa, apesar de desde a década de 1930 já

existirem pisciculturas produzindo peixes ornamentais, principalmente na Baixada Fluminense. (BEZERRA, 1998).

A pouca exigência em área, o rápido retorno econômico e o alto valor dos peixes ornamentais no mercado, tanto nacional quanto mundial estimularam o ingresso de produtores na atividade (VIDAL JR, 2002). A morfologia externa e o comportamento da espécie, incluindo o seu caráter exótico são os fatores mais atraentes e que ditam o valor dos ornamentais (BARRETO, 2002). Estima-se que exista no Brasil, cerca de 4.000 produtores concentrados principalmente na região Sudeste, mas este número vem crescendo rapidamente na região Nordeste, impulsionado pelo clima favorável para espécies tropicais (VIDAL-JUNIOR, 2003), sendo o Ceará o quinto maior estado do país na atividade (DA SILVA, 2007).

O volume de exportação do Brasil embora pequeno, comparado com outros países produtores de ornamentais, é significativo, chegando a 6 bilhões de dólares em 2007. Os estados de Amazonas e Pará foram os principais exportadores, com aproximadamente US\$ 4 e US\$ 5 milhões de dólares, respectivamente. No Nordeste Brasileiro, Pernambuco e Ceará são os principais representantes com respectivamente US\$ 96.552 e US\$ 32.363 dólares (IBAMA, 2008). A situação é bem diferente em outros países, a exemplo de Cingapura, que detém uma indústria milionária com as propriedades constituindo-se em verdadeiros parques agrotecnológicos, com cerca de 60 pisciculturas ocupando 127,4 hectares, produzindo principalmente *guppies* (*Poecilia reticulata*) e outros poecilídeos, discos, “gold fish”, tetras e peixes-dragão. É conhecida não apenas como a “capital mundial do peixe ornamental”, mas também como um “entrepasto total integrado” para negócios em peixes ornamentais (SANCHES, 2004). Cingapura é atualmente o maior exportador de peixes ornamentais do mundo seguido pelos Estados Unidos da América EUA (FAO, 2006 b).

Os EUA, além de serem grandes consumidores de peixes ornamentais, também praticam a exportação, principalmente de peixes de pequeno porte derivados da América do Sul para a Europa e Japão, onde os peixes ornamentais têm boa relevância no mercado local. Dados referentes à década de 1990 mostram que o estado da Flórida tornou-se um centro de produção de peixes ornamentais, onde mais de 200 produtores, produzem em média 800 espécies e variedades, cuja receita em 1999 foi cotada em 175 milhões de dólares anuais (LIMA et al, 2001). Neste país com características populosas, a aquariofilia já era o segundo hobby mais praticado na década de 1980, perdendo somente para a fotografia (BOTELHO, 1990).

A aquicultura ornamental é diferente do hobby aquarismo, e deve ser vista como um segmento agropecuário, necessitando de políticas voltadas para a cadeia produtiva. Diminuindo assim o empirismo existente no ramo e desenvolvendo técnicas apropriadas para cada espécie (LIMA, 2003).

## 1.2 Espécie Estudada: *Poecilia reticulata*.

### 1.2.1 – Origem e Classificação Taxonômica

A espécie em estudo *Poecilia reticulata* foi descrita pelo europeu Wilhelm C.H. Peters em 1859 que o nomeou cientificamente. É originária da América do Sul e Central, mais precisamente de estuários localizados em Barbados, Trinidad, Venezuela, Guianas e porção norte do Brasil (KOTTELAT e WHITTEN, 1996).

Conhecidos também por Peixe Arco-Íris, Barrigudinho, Bandeirinha, Sarapintado e *Guppy* encontram-se hoje espalhados por todo o mundo. Antes de ser classificado cientificamente como *Poecilia reticulata*, esse peixe já foi conhecido por *Girardinus Guppyi* e *Lebistes reticulatus*. O nome *Guppy* é na verdade o sobrenome de Robert J.L *Guppy* que foi homenageado pelo naturalista inglês Albert C. Guenther, que recebeu de Robert os primeiros peixes coletados na América Central. Já o nome popular Lebeste deriva do gênero *Lebistes* ao qual pertencia. Pertence à família Poeciliidae (Poecilídeos) da qual também fazem parte Molinésias, Platys e Espadas (RODRIGUEZ, 1997).

*Poecilia reticulata* (Figura 1) possui a seguinte classificação taxonômica segundo Peters (1859) apud (NELSON, 1994).

Reino: Animali

Filo: Chordata

Classe: Actinopterygii

Ordem: Cyprinodontiformes

Família: Poeciliidae

Gênero: *Poecilia*

Espécie: *Poecilia reticulata*



Figura 1 – *Poecilia reticulata* em seu estado natural, (A) macho e (B) fêmea

Fonte: [http://www.ittiofauna.org/webmuseum/pesciossei/cyprinodontes/poecilidae/poecilia/poecilia reticulata/poecilia reticulata big 3.htm](http://www.ittiofauna.org/webmuseum/pesciossei/cyprinodontes/poecilidae/poecilia/poecilia%20reticulata/poecilia%20reticulata%20big%203.htm)

### 1.2.2 – Ambiente

A espécie *Poecilia reticulata* habita águas termais e seus efluentes, valas e canais de convivência (PAGE e BURR, 1991). É encontrada em vários habitats, que vão desde água altamente turva em lagos, canais e valas nas altitudes baixas para a água pura que jorra das montanhas em altitudes elevadas. Não é muito exigente quanto à oxigenação (KENNY, 1995). Ocorre geralmente em pequenos córregos, lagos e nascentes densamente arborizadas, onde encontra refúgio de predadores. (KOTTELAT e FREHOF, 2007). São de clima tropical, ocorrendo em temperaturas de 18°C a 28°C (RIEHL e BAENSCH, 1991), sendo a faixa de temperatura ideal entre 23°C e 24°C. Ocupam a coluna de água da superfície. Não é uma espécie migratória. Embora sejam de água doce suportam uma vasta gama de salinidade (SKELTON, 1993). Os parâmetros de pH alcalino (7,0 a 8,0) e intervalo de dH: 9-19 devem ser mantidos estáveis (RIEHL e BAENSCH, 1991). Como alguns espécimes foram introduzidos intencionalmente em outros países, para o controle biológico de larvas de mosquito que originavam a malária e a dengue, a sua cobertura geográfica atual inclui quase todas as zonas costeiras, tropicais e subtropicais do globo (KOTTELAT e WHITTEN, 1996).

### 1.2.3 – Alimentação

São onívoros (aceitam uma grande variedade de alimentos secos, congelados e vivos), na natureza alimentam-se de zooplâncton, pequenos insetos, larva de mosquito e detritos (ALLEN, 1991). Alguns aquaríofílos desenvolveram dietas especiais à base de patês de fígado e coração bovino e algumas leguminosas como cenoura, para intensificar a coloração dos peixes (CCG, 2004).

### 1.2.4 – Dimorfismo Sexual

Segundo o manual do *Guppy* (CCG, 2004) os machos diferenciam-se das fêmeas pela cauda, que é bem maior, pela coloração mais intensa, e pela presença do gonopódio (Figura 2), uma estrutura semelhante a um pequeno tubo localizada na região ventral, resultante da modificação de alguns raios da nadadeira anal. Esta estrutura possibilita a transferência dos gametas masculinos para a fêmea, possibilitando a fecundação interna.



Figura 2 – Macho de *Guppy* asiático, seta evidenciando o gonopódio.  
Fonte: [http://diszhal.info/english/livebearers/en\\_Poecilia\\_reticulata.php](http://diszhal.info/english/livebearers/en_Poecilia_reticulata.php)

Segundo a mesma fonte as fêmeas possuem o corpo maior que o do macho, com uma coloração uniforme que na natureza varia do verde oliva ao cinza (Figura 3). Já as fêmeas que passaram por um melhoramento genético possuem colorações características da linhagem na nadadeira dorsal e caudal (Figura 4) apresentam uma "mancha" na parte ventral, próxima à cauda, que se torna mais escura quando os ovos começam a se desenvolver.



Figura 3 – Fêmea de *Guppy* selvagem, seta evidenciando a mancha ventral.  
Fonte: [http://diszhal.info/english/livebearers/en\\_Poecilia\\_reticulata.php](http://diszhal.info/english/livebearers/en_Poecilia_reticulata.php)



Figura 4 – Fêmea de *Guppy* linhagem cobra, com seta evidenciando a mancha ventral.  
Fonte: <http://www.e-akwarium.com/gupik-pawie-oczko.html>

### 1.2.5 – Reprodução: Tamanho e Idade Reprodutiva

O *Guppy* é um peixe muito fértil com uma vida sexual ativa. Vivem aproximadamente dois anos. Na natureza as fêmeas chegam a medir 6 cm atingindo a maturidade sexual com três meses de idade e os machos medem aproximadamente 3,0 cm e ficam maduros em dois meses (ALLEN, 1991). São ovovivíparos com fecundação interna. Durante o acasalamento o macho traz o gonopodium à abertura urogenital da fêmea e deposita o esperma. O esperma pode ser mantido por algum tempo, permitindo que as fêmeas produzam até três crias em uma única cópula. A gestação dura cerca de 30 dias. Os alevinos nascem independentes, com o saco vitelino, que é absorvida em poucas horas. Não há cuidado parental, sendo possível a predação tanto dos machos quanto das fêmeas sobre a prole. A fecundidade varia entre 20 a 40 filhotes aproximadamente (RODRIGEZ, 1997).

### 1.2.7 – Valor Econômico

O valor econômico do *Guppy* está ligado ao grande interesse que abrange os peixes ornamentais. Considerado um dos peixes mais populares na aquariofilia com muitas variedades padronizadas (ALLEN, G., MIDGLEY e ALLEN, 2002). Sua popularidade é, segundo a Confederação dos Criadores de *Guppy* (CCG, 2004), devido principalmente à sua resistência, tamanho pequeno, comportamento pacífico, colorido exuberante e fácil reprodução. Muitos aquariófilos dedicam-se exclusivamente aos *Guppies*, desenvolvendo variedades com as mais diversas colorações e formas de nadadeiras (Figura 5). O *Guppy* é considerado de qualidade quando possui as nadadeiras com cores de mesmo padrão e mesma tonalidade exata, com tamanho proporcional entre elas e que além de tudo passe para seus descendentes as mesmas características genéticas sem que haja muita diferença (ZIVIANI, 2003).



Figura 5 – Algumas variedades de *Guppy*. (A) Cobra, (B) Albino long fin, (C) Albino red, (D) Mosaico, (E) Cauda redonda, (F) Espada. Fonte: <http://www.fishlore.com/fishforum/hatchethaven/26740-encyclopedia-aquatica-freshwater-version-3.html>

### 1.2.1 *Guppy*: Uma ferramenta modelo no estudo da Genética

Assim como as ervilhas usadas por Gregor Mendel, considerado como o pai da genética clássica, os *Guppies* são ótimos objetos de experimentação, pois se reproduzem facilmente, possuem um ciclo de vida curto e variações morfológicas bem definidas. Possuem 23 pares de cromossomos, sendo 22 autossômicos e 1 par de cromossomos sexuais, no sistema XY; XX para as fêmeas e XY para os machos. Na natureza a proporção sexual é de 1:1 (MARTIN, 2003).

A genética clássica usa fenótipos para deduzir as funções dos genes e confirma estas interações através de testes de reprodução. Assim os primeiros geneticistas traçaram padrões de hereditariedade sem o conhecimento de biologia molecular. O termo fenótipo é usado para designar as características apresentadas por um indivíduo, sejam elas morfológicas fisiológicas ou comportamentais e resulta da interação do genótipo com o ambiente. O termo genótipo refere-se à constituição genética do indivíduo, ou seja, os genes que ele possui (AMABIS e MATHO, 1994).

Machos de *Guppy* apresentam extrema variabilidade fenotípica e genética para diversas características que são importantes para a adequação do sexo masculino. Estimativas de hereditariedade indicam que os genes ligados ao cromossomo Y são responsáveis por algumas das variações genéticas no tamanho do macho e nos traços de cor neles contidos (HUGHES, RODD e REZNIK, 2005). Diversos estudos têm sido realizados com *P. reticulata* no âmbito da aprendizagem e do comportamento reprodutivo (BROSNAN, et. al. 2003).

Situado no contexto da genética clássica os objetivos deste trabalho foram estudar as proporções fenotípicas resultantes de cruzamentos entre três linhagens de *P. reticulata*, verificar as proporções sexuais e avaliar as proporções individuais de coloração cutânea resultantes destes cruzamentos.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Instalações

O experimento foi realizado nas instalações do Laboratório de Biotecnologia Aplicada à Aquicultura - GENAQUA, do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará. (Figura 6)



Figura 6 – Vista frontal do Laboratório de Biotecnologia Aplicada à Aquicultura - GENAQUA.

### 2.2 Aquisições das Matrizes

Foram adquiridas no Criatório Tanganyika, Aquiraz-Ce (coordenadas geográficas 3°54'33.88"S e 38°22'57.36"W), em setembro de 2010, 36 matrizes de três diferentes linhagens de *Guppy* (cobra, *german* e *moscow*) sendo 12 indivíduos de cada linhagem respectivamente (3 machos e 9 fêmeas). Estes foram transportados em sacos plásticos com 1/3 de água e 2/3 de oxigênio, por via terrestre, até o laboratório.

### 2.3 Profilaxia e Aclimação

### 2.3 Profilaxia e Aclimação

No laboratório as matrizes foram submetidas a um banho profilático com NaCl (30g/litro) por cinco minutos, para combater possíveis micro-organismos patogênicos. Após a profilaxia foram aclimatadas e estocadas em 4 reservatórios de polietileno (Figura 7) equipados de um sistema com aeração constante, com 70L de água doce cada, onde foi adicionado 50g de NaCl. Os reservatórios foram devidamente identificados com etiquetas especificando a linhagem e o número de indivíduos da seguinte forma: reservatório 1 – *Poecilia reticulata* (9♀ linhagem cobra), reservatório 2 – *Poecilia reticulata* (9♀ linhagem german), reservatório 3 – *Poecilia reticulata* (9♀ linhagem moscow) e reservatório 4 – *Poecilia reticulata* (3♂ linhagem cobra, 3♂ linhagem german e 3♂ linhagem moscow). Os machos das três linhagens foram mantidos inicialmente em um mesmo reservatório.



Figura 7 – Reservatório em polietileno utilizado para estocar as matrizes no período de depuração.

## 2.4 Depurações dos Ovidutos das Matrizes

As fêmeas de *Guppy* possuem a capacidade de armazenar o esperma nos ovidutos para ser posteriormente utilizado no caso da ausência de machos, por isso faz-se necessário um descanso de aproximadamente 45 dias para que possíveis fêmeas previamente fecundadas possam liberar os filhotes. As matrizes em estudo ficaram isoladas por um período de 90 dias separadas nos recipientes de polietileno para permitir a completa depuração dos ovidutos. Os indivíduos liberados no período de depuração foram descartados.

## 2.5 Períodos de Estocagem dos Machos

Os machos das três linhagens (*cobra*, *german* e *moscow*) que permaneceram estocados em um mesmo recipiente com 70L de água, após dois meses, em novembro de 2010, foram divididos em três recipientes de mesmo volume cada, por apresentarem um comportamento agressivo e competição por alimento e território. Inicialmente esse comportamento foi observado na linhagem *cobra* sobre a linhagem *german* sendo a linhagem *cobra* retirada e colocada em outro recipiente. Uma semana depois se observou o mesmo comportamento agressivo na linhagem *german* sobre a linhagem *moscow*, sendo a última transferida para outro recipiente. Os três recipientes de polietileno foram então identificados com etiquetas da seguinte forma: reservatório 4 – *Poecilia reticulata* (3♂ linhagem *cobra*), reservatório 5 – *Poecilia reticulata* ( 3♂ linhagem *german* ) e reservatório 6 – *Poecilia reticulata* (3♂ linhagem *moscow*).

## 2.6 Cruzamentos Piloto

Em dezembro de 2010 foram realizados cruzamentos piloto entre *guppies* de mesma linhagem (1♂ cobra x 3♀ cobra), (1♂ *german* x 3♀ *german*), (1♂ *moscow* x 3♀ *moscow*) para verificar se as condições eram favoráveis para a reprodução da espécie. A proporção sexual foi de 3 fêmeas para 1 macho. Foram utilizados três aquários com 60L de água, equipados de filtro biológico e aeração constante. O período de iluminação foi de 12 horas (artificial utilizando 4 lâmpadas fluorescentes). Primeiro os machos das três linhagens foram colocados em seus respectivos aquários e as fêmeas foram colocadas em mini tanques rede dentro dos aquários correspondentes para que houvesse a troca de feromônios. As fêmeas foram liberadas de acordo com o comportamento do macho, quando estes expressavam agressividade às fêmeas continuavam retidas, quando apresentavam um comportamento calmo às fêmeas eram então liberadas. O período para a liberação das fêmeas foi de aproximadamente uma semana. Após duas semanas de contato físico do macho com as fêmeas foi observado que algumas já se apresentavam ovígeras. Observou-se também a preferência do macho de linhagem cobra por uma única fêmea que foi fecundada e liberou 30 filhotes. Já os machos de linhagem *german* e *moscow* fecundaram as três fêmeas correspondentes. As prolicidade das fêmeas de linhagem *german* variou entre 20 a 30 filhotes por gestação e as fêmeas de linhagem *moscow* de 10 a 40 filhotes por gestação. Foi observado canibalismo em todos os cruzamentos. Para evitar que esse canibalismo continuasse 3 aquários maternidade identificados de acordo com a linhagem foram preparados e quando as fêmeas apresentavam o ventre bastante abaulado eram colocadas em minis tanque rede dentro dos aquários maternidade. Isso permitiu a contagem do número de indivíduos liberados por gestação em cada cruzamento.

## 2.7 Cruzamentos Teste

Após a realização do piloto deu-se início o experimento em janeiro de 2010 e foi concluído em maio do mesmo ano. Foram realizados cruzamentos entre as fêmeas de mesma linhagem com machos de linhagens distintas de *P. reticulata*. Utilizaram-se 9 aquários de 60L (Figura 8) para a reprodução, equipados com filtro biológico e aeração constante. O período de iluminação foi de 12 horas (luz artificial utilizando 4 lâmpadas fluorescentes). Os indivíduos foram medidos com o auxílio de um paquímetro, com precisão de 0,05mm (Figura 9), pesados em uma balança digital (BEL Engineering, Modelo Mark 3100) com precisão de 0,01g (Figura 10), e divididos em 3 tratamentos (T1,T2,T3), cada aquário do tratamento constituído por um macho de mesma linhagem para três fêmeas de linhagens iguais entre si, mas distintas da linhagem do macho, como mostrado na Tabela 1.

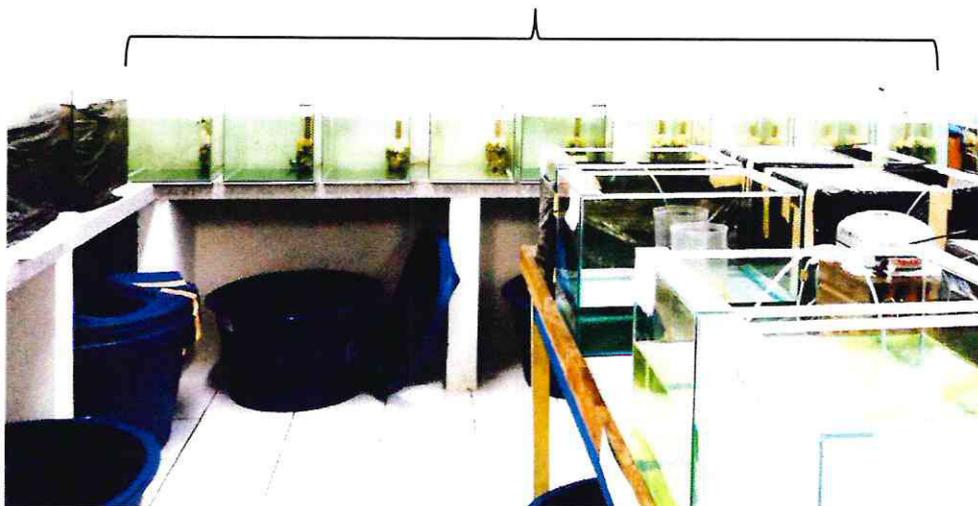


Figura 8 – Vista da sala de aquários, evidenciando os 9 aquários de reprodução.

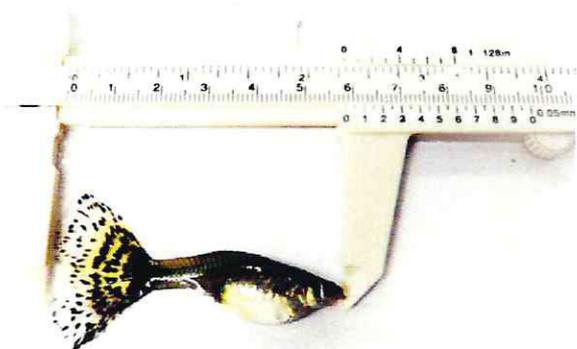


Figura 9 – Fêmea linhagem cobra medida com paquímetro.



Figura 10 – Balança digital utilizada para pesagens.

Tabela 1 – Relação dos cruzamentos realizados entre diferentes linhagens de *P. reticulata*.

Tratamentos	Cruzamentos
<b>T1: ♂ (cobra)</b>	1 ♂ (cobra) : 3 ♀ (cobra) [controle]
	1 ♂ (cobra) : 3 ♀ (moscow)
	1 ♂ (cobra) : 3 ♀ (german)
<b>T2: ♂ (german)</b>	1 ♂ (german) : 3 ♀ (german) [controle]
	1 ♂ (german) : 3 ♀ (moscow)
	1 ♂ (german) : 3 ♀ (cobra)
<b>T3: ♂ (moscow)</b>	1 ♂ (moscow) : 3 ♀ (moscow) [controle]
	1 ♂ (moscow) : 3 ♀ (cobra)
	1 ♂ (moscow) : 3 ♀ (german)

Os cruzamentos foram divididos em controle (cruzamentos entre as mesmas linhagens) e teste (cruzamentos entre linhagens diferentes) e os aquários foram identificados da seguinte forma: aquário 1 - 1♂ (cobra): 3♀ (cobra) [controle 1], aquário 2 - 1♂ (cobra) : 3♀ (*moscow*) [teste 1], aquário 3 - 1♂ (cobra): 3♀ (*moscow*) [teste 2], aquário 4 - 1♂ (*german*): 3♀ (*german*) [controle 2], aquário 5 - 1♂ (*german*): 3♀ (*moscow*) [teste 3], aquário 6 - 1♂ (*german*): 3♀ (cobra) [teste 4], aquário 7 - 1♂ (*moscow*): 3♀ (*moscow*) [controle 3], aquário 8 - 1♂ (*moscow*): 3♀ (cobra) [teste 5], aquário 9 - 1♂ (*moscow*): 3♀ (*german*) [teste 6], sendo ao todo 3 cruzamentos controle e 6 cruzamentos teste.

Os machos foram colocados primeiro em seus respectivos aquários e posteriormente colaram-se as fêmeas em mini tanques rede (Figura 11) dentro dos aquários correspondentes, ficando assim na mesma água, mas separados fisicamente para que houvesse a troca de feromônios. Após uma semana as fêmeas foram liberadas permitindo que a fecundação ocorresse e assim a troca de material genético.



Figura 11 – Mini tanque rede onde as fêmeas eram colocadas dentro dos aquários de reprodução, permitindo a troca de feromônios e evitando o contato físico com o macho.

Alguns aspectos importantes na reprodução dos *Guppies* foram observados como o nado do macho em perseguição das fêmeas, o nado em paralelo do casal, a posição vertical assumida pelo macho antes da fecundação e a perda de coloração em algumas fêmeas, como forma de mostrar submissão (Figura 12).

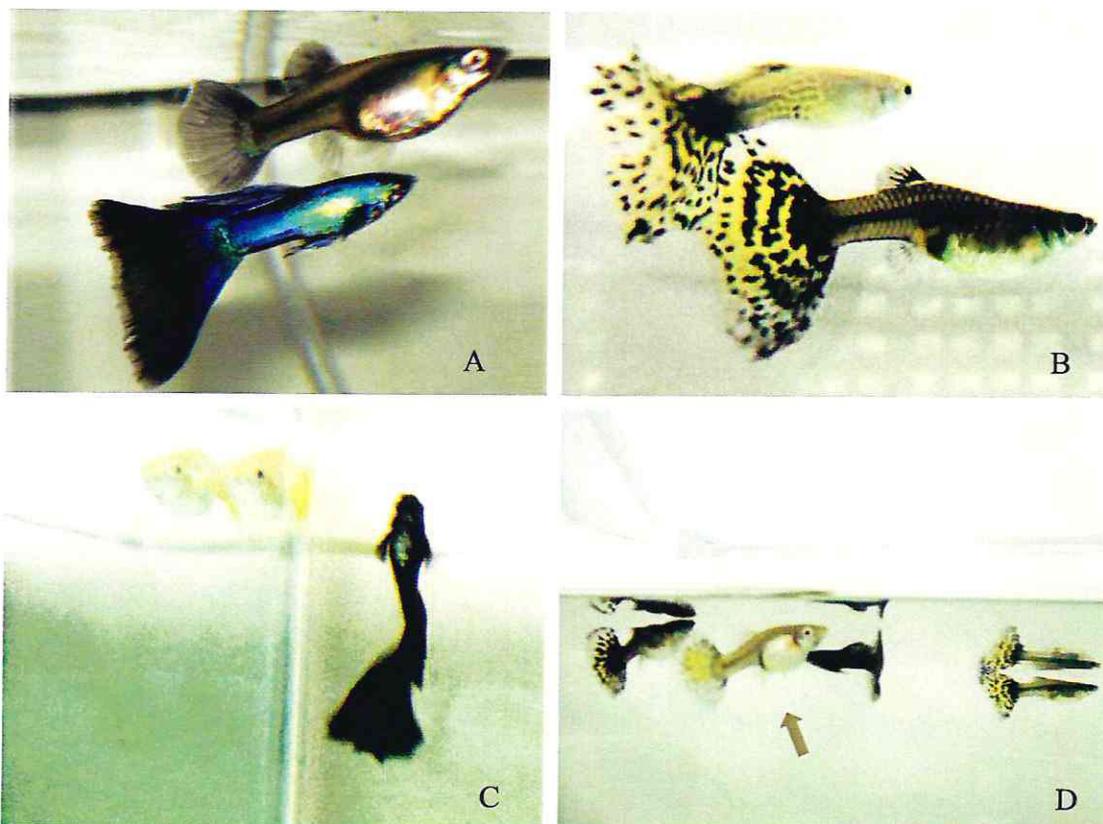


Figura 12 – Alguns aspectos importantes observados na reprodução dos *Guppies*; (A) Nado do macho em perseguição das fêmeas, na imagem casal linhagem *moscow*, (B) Nado em paralelo do casal, na imagem casal linhagem cobra, (C) Posição vertical assumida pelos machos, na imagem macho de *moscow* e fêmea *german*, (D) fêmea de cobra do cruzamento com macho *moscow* sem pigmentação, evidenciada pela seta.

## 2.8 Observações dos Nascimento

Utilizaram-se 9 aquários de 60L como maternidade (Figura 13). Quando as fêmeas apresentavam o ventre bastante abaulado (Figura 14), eram colocadas em mini tanques rede, idênticos aos utilizados nos aquários de reprodução, dentro dos aquários maternidade para permitir a passagem dos filhotes e a restrição da mãe. Esse mini tanque rede evitou que o canibalismo ocorresse e permitiu observar o número de filhotes liberados por gestação nas fêmeas das três linhagens em estudo, evidenciando as mais prolíferas.

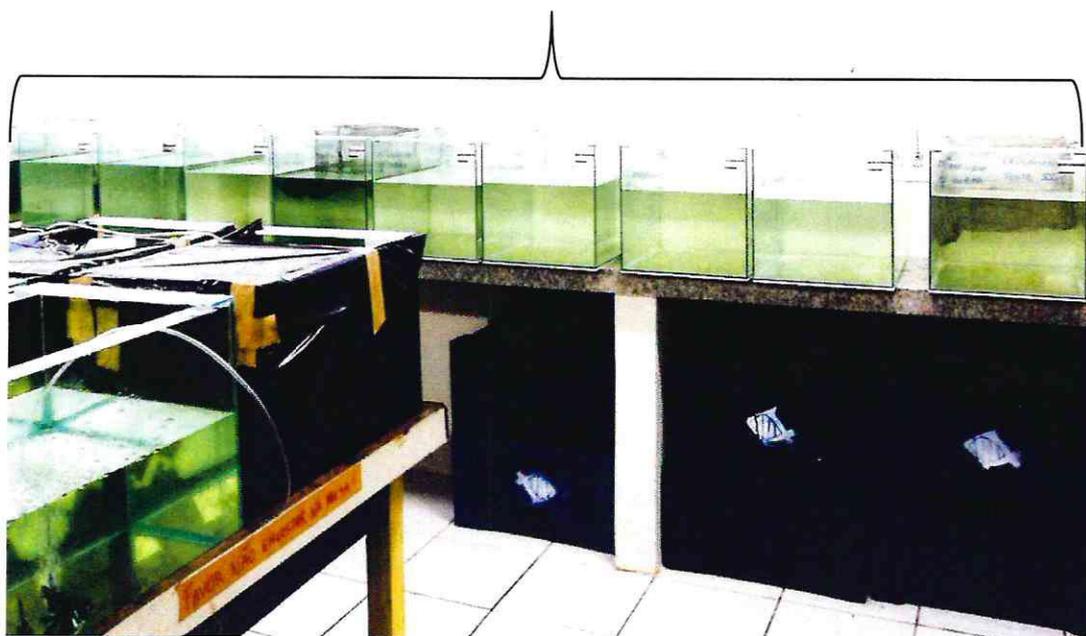


Figura 13 – Vista da sala de aquários , evidenciando os 9 aquários maternidade.



Figura 14 – Fêmea de *Guppy* linhagem *moscow* com o ventre bastante abaulado.

## 2.9 Alimentação

As matrizes foram alimentadas “ad libitum” três vezes ao dia com uma dieta mista de biomassa de artêmia congelada, ração em pó para tilápia com 55% de proteína bruta e ração em flocos preparada comercialmente com 45% de proteína bruta. Já a prole foi alimentada inicialmente com náuplios de artêmia e ração em pó para tilápia com 55% de proteína bruta. Após as primeiras semanas passaram a receber a mesma dieta dos pais, também três vezes ao dia.

## 2.10 Parâmetros Físico-Químicos da Água

Os parâmetros físicos e químicos da água foram medidos semanalmente. O pH com auxílio de um pHmetro e a temperatura com um termômetro digital. Também se utilizou kits de testes colorimétricos da marca Alcon® para monitorar amônia total e tóxica ( $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ ) e nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ). A qualidade da água foi mantida através do sifonamento diário dos dejetos dos animais e restos de ração e de trocas parciais de 20% da água feito semanalmente. O pH foi corrigido com o xarope da folha de castanhola, que também é fungicida, na proporção de 3 gotas por litro.

A temperatura média observada durante todo o experimento foi de  $27 \pm 1,0$  °C, o pH foi de  $7,5 \pm 0,18$ , a amônia geral ( $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ ) manteve-se com valores próximos a 0 mg/l e os valores de nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) foram menores que 0,3mg/l. Não houve variações dos valores obtidos entre os tratamentos.

Os parâmetros obtidos são aceitáveis para a espécie (RIEHL e BAENSCH, 1991), uma vez que o *Guppy* tolera uma ampla variação de pH e temperatura. Mantiveram-se baixos os níveis de amônia e nitrito não interferindo nos resultados.

## 2.11 Sexagem e Biometria das Proles

Após um período de aproximadamente 60 dias os filhotes até então mantidos em aquários foram separados por sexo, medidos, tomando o comprimento total, com o auxílio de um paquímetro, com precisão de 0,05mm, pesados em uma balança digital (BEL Engineering, Modelo Mark 3100) com precisão de 0,01g, fotografados com uma câmera fotográfica digital (Sony, SteadyShot DSC-W310) com 12.1 mega pixel e colocados em reservatórios de polietileno de 70L.

## 2.12 Observações dos Fenótipos

A observação dos fenótipos referentes à coloração dos filhotes foi realizada em comparação com o fenótipo das matrizes exemplificadas nas figuras 15, 16 e 17.



Figura 15 – Exemplos de matrizes linhagem cobra, (A) macho com 4,72 e (B) fêmea com 5,83cm de comprimento total



Figura 16 – Exemplos de matrizes linhagem *german*, (A) macho com 3,76 cm e (B) fêmea com 4,38cm de comprimento total.

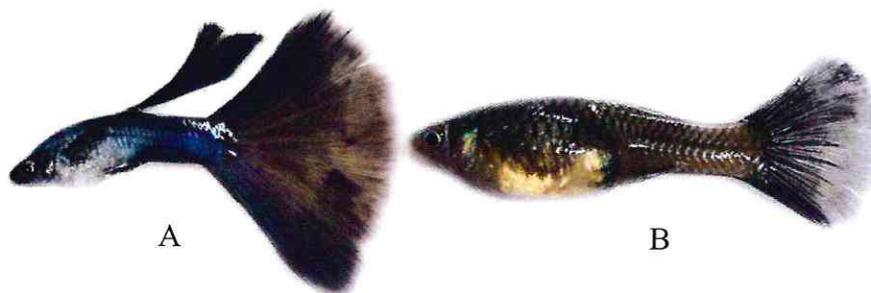


Figura 17 – Exemplos de matrizes linhagem moscow, (A) macho com 4,59cm e (B) fêmea com 5,13cm de comprimento total.

### 2.13 Obtenção dos Dados

A proporção sexual foi determinada pela análise de 100 nascimentos, de desovas sucessivas, resultante de cada um dos cruzamentos teste. Os dados de coloração foram compilados em tabelas que expressam os padrões típicos resultantes do cruzamento das diferentes linhagens. As imagens digitais foram processadas e analisadas para identificação e quantificação das cores de cada cruzamento. Foi aplicada uma modificação da compartimentação Endler (1978) do plano do corpo do *Guppy* que o divide em três partes (1 - anterior, 2 - posterior e 3- caudal) (Figura 18).

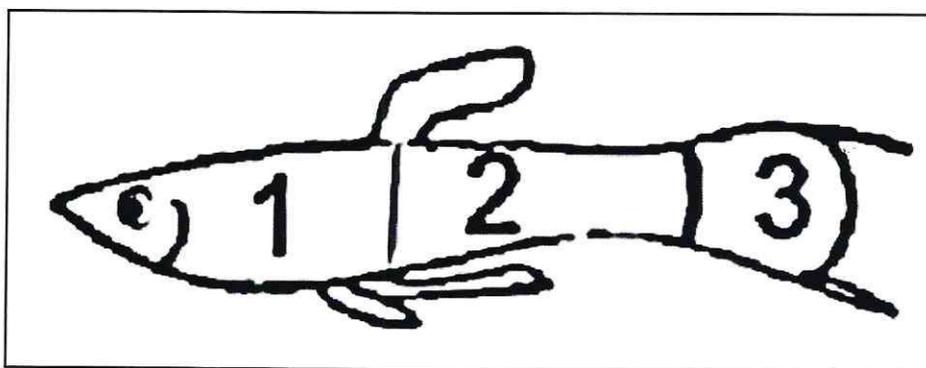


Figura 18: Compartimentação Endler (1978) do plano do corpo do *guppy* em três partes: 1- anterior, 2 - posterior, 3 – caudal.

De cada imagem foram selecionadas três áreas de 2,40 x 2,40cm (Figura 19) retiradas de cada uma das divisões (anterior, posterior e caudal) sendo analisadas subdividindo-se em 132 partes iguais. A cor presente em cada parte foi analisada através do recurso Set Foreground Color do software Adobe Photoshop CS3 Extended (2007). A identificação da cor presente em cada uma das 132 subdivisões foi a base para o cálculo da proporção de cor de cada parte, através de uma regra de 3. O somatório das cores iguais identificadas em cada subdivisão resultou na proporção de cor predominante da área.

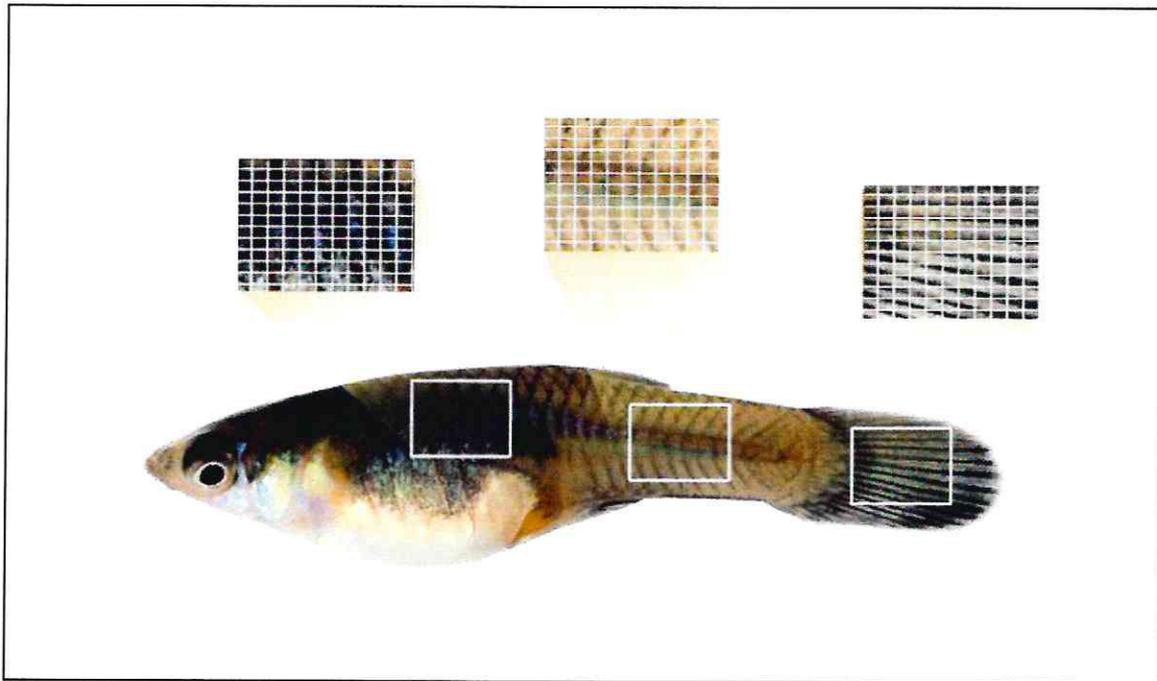


Figura 19: Fêmea de *Guppy* linhagem *moscow*, exemplar da prole do cruzamento controle 3 (macho *moscow* x fêmea *moscow*), exemplificado as áreas selecionadas e as 132 subdivisões de cada área.

### 3.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Observações dos Nascimento

Foi observado, em cada cruzamento, o número de desovas, o número de indivíduos total (Tabela 2) e por gestação para obtenção de 100 exemplares ( Figuras 20, 21, 22, 23, 24 ). Os cruzamentos teste 5 e 6 entre machos de linhagem *moscow* e as fêmeas de linhagem cobra e *german* respectivamente, não geraram prole o que pode ser justificado pelo fato dos machos de *moscow* apresentarem uma cauda bastante grande e pesada dificultando a fecundação ou simplesmente pela rejeição das fêmeas, entretanto é necessário estudos posteriores que comprovem esta hipótese. Houve algumas variações discrepantes de uma desova para outra nos cruzamentos realizados, demonstrando que algumas fêmeas desovaram pela primeira vez.

Tabela 2 - Número de indivíduos total resultantes de desovas sucessivas de cada cruzamento entre diferentes linhagens de *Poecilia reticulata*.

Tratamentos	Cruzamentos	Número de Desovas	Número de indivíduos
	1 ♂ (cobra) : 3 ♀ (cobra) [controle]	5	103
<b>T1: ♂ (cobra)</b>	1 ♂ (cobra) : 3 ♀ ( <i>moscow</i> )	4	119
	1 ♂ (cobra) : 3 ♀ ( <i>german</i> )	6	106
	1 ♂ ( <i>german</i> ) : 3 ♀ ( <i>german</i> ) [controle]	4	100
<b>T2: ♂ (<i>german</i>)</b>	1 ♂ ( <i>german</i> ) : 3 ♀ ( <i>moscow</i> )	4	118
	1 ♂ ( <i>german</i> ) : 3 ♀ (cobra)	6	107
	1 ♂ ( <i>moscow</i> ) : 3 ♀ ( <i>moscow</i> ) [controle]	4	102
<b>T3: ♂ (<i>moscow</i>)</b>	1 ♂ ( <i>moscow</i> ) : 3 ♀ (cobra)	-	-
	1 ♂ ( <i>moscow</i> ) : 3 ♀ ( <i>german</i> )	-	-

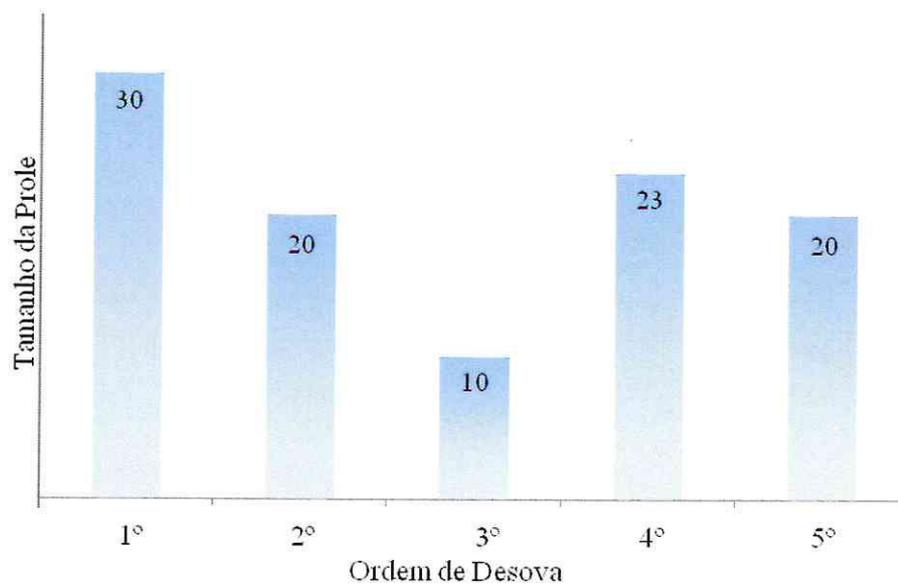


Figura 20 – Gráfico do número de indivíduos por desova controle 1: macho cobra x fêmea cobra.

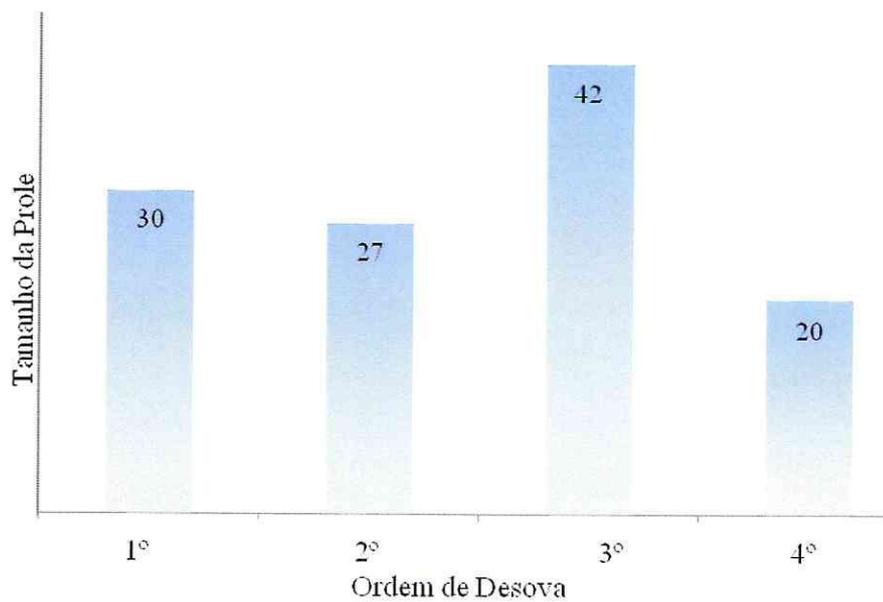


Figura 21 – Gráfico do número de indivíduos por desova teste 1: macho cobra x fêmea *moscow*.

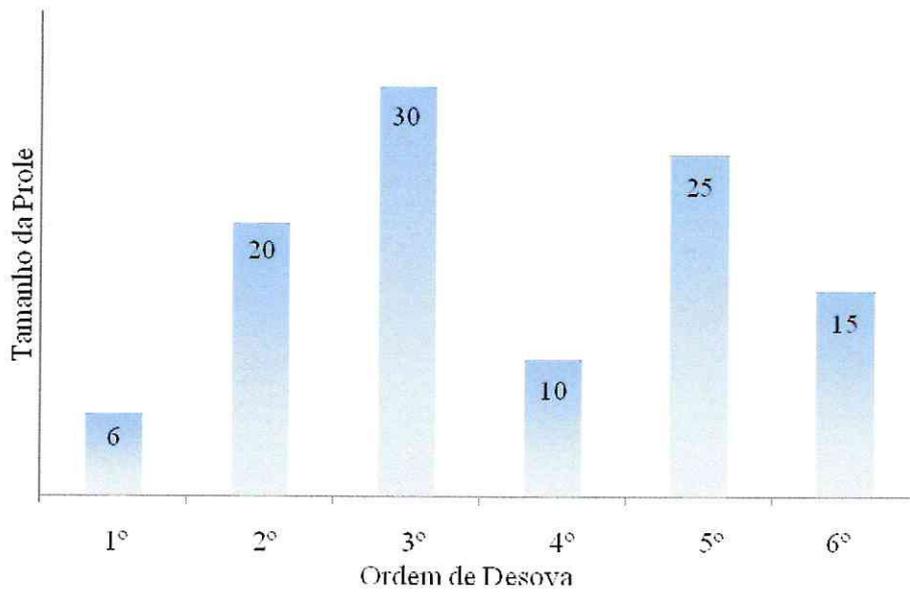


Figura 22 – Gráfico do número de indivíduos por desova teste 2: macho cobra x fêmea *german*.

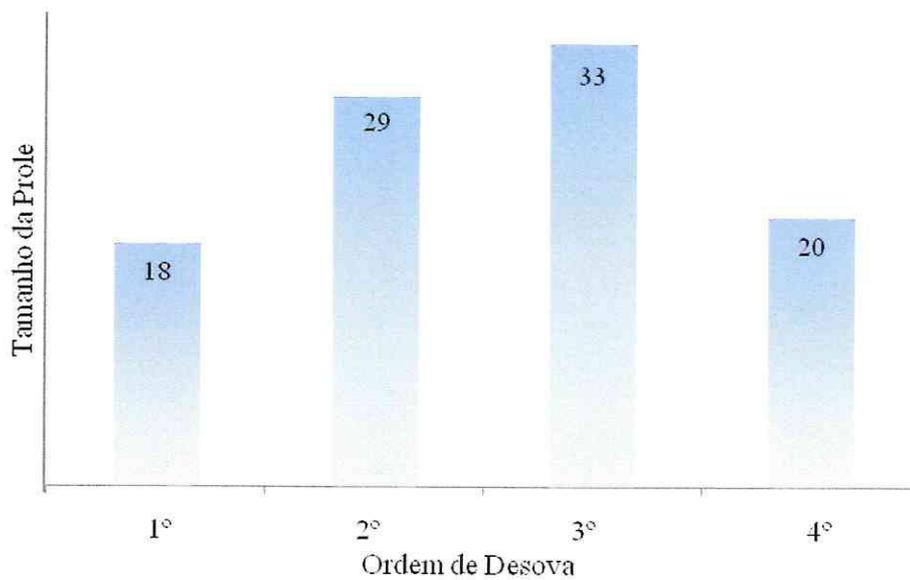


Figura 23 – Gráfico do número de indivíduos por desova controle 2 : macho *german* x fêmea *german*.

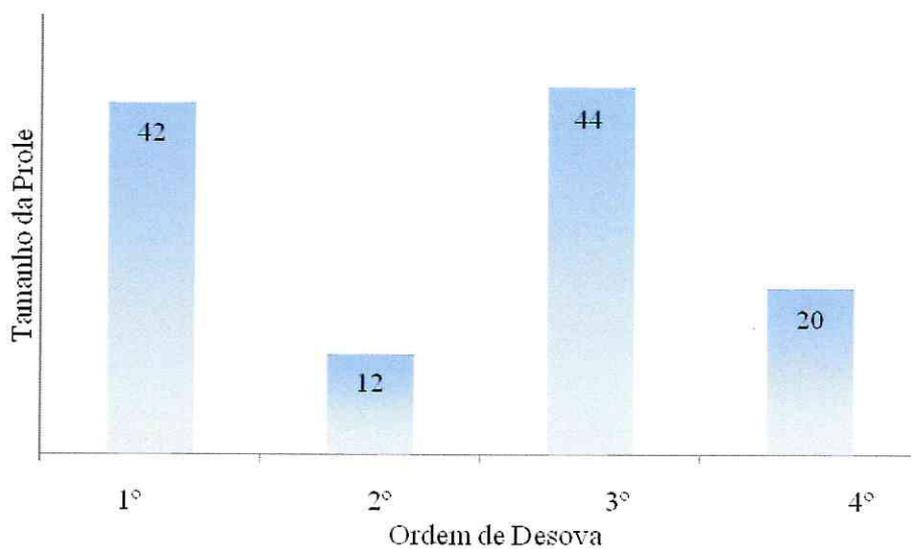


Figura 24 – Gráfico do número de indivíduos por desova teste 2: macho *german* x fêmea *moscow*.

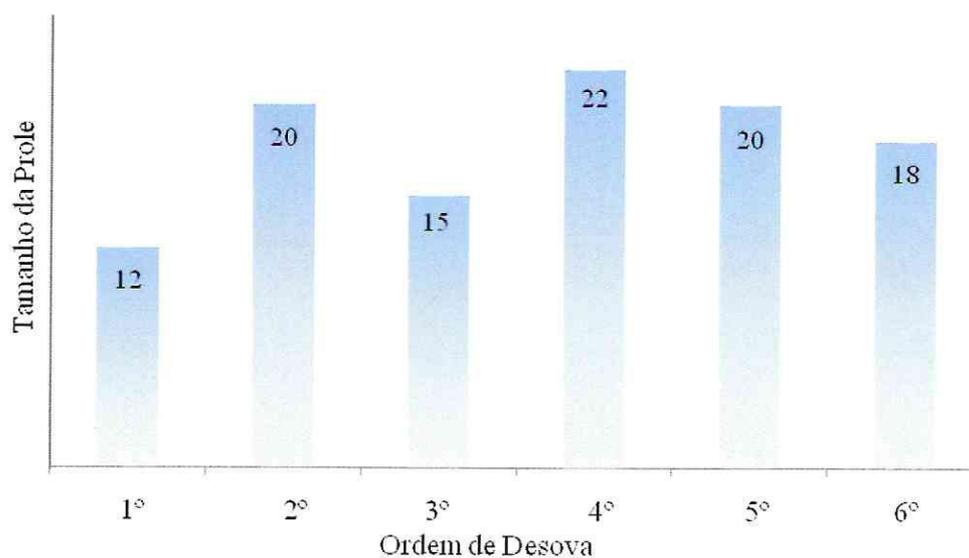


Figura 25 – Gráfico do número de indivíduos por desova teste 2: macho *german* x fêmea cobra

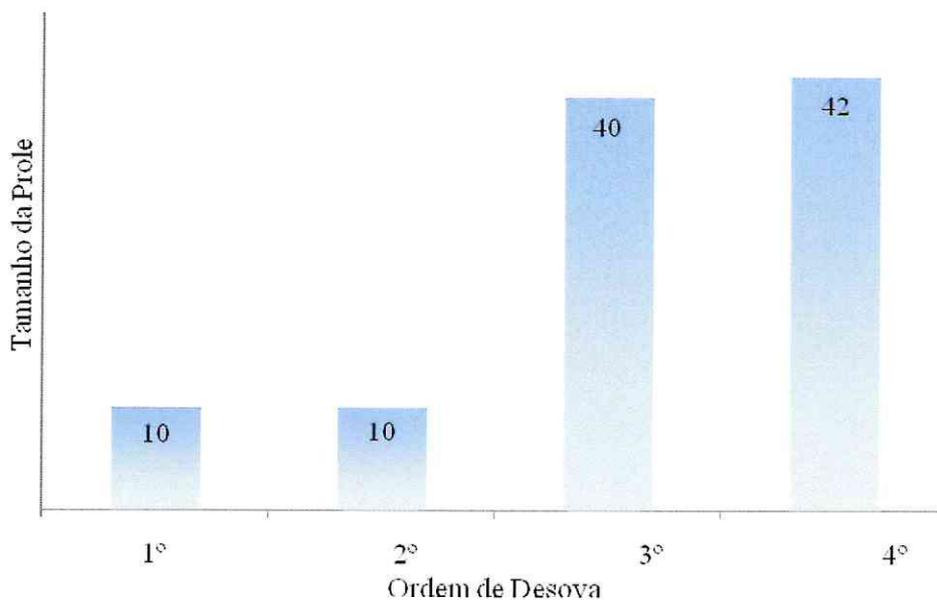


Figura 26 – Gráfico do número de indivíduos por desova teste 2: macho *moscow* x fêmea *moscow*

### 3.3 Sexagem das Proles

A proporção sexual foi determinada pela análise de 100 nascimentos, de desovas sucessivas, resultante de cada um dos cruzamentos teste, mesmo quando o número de nascimentos excedeu os 100 indivíduos apenas essa quantia foi analisada. O número de fêmeas foi superior ao de machos em todos os cruzamentos. Principalmente nos que foram realizados com a linhagem *german*. Este fato pode estar relacionado com o pH e com a temperatura um pouco acima da ideal, pois em ambientes com o pH básico a masculinização é induzida e em pH ácido há um maior número de fêmeas (MAYA e HERRERA, 1998). A linhagem *german* pode ser mais sensível quanto à variação destes parâmetros. Os dados foram compilados na tabela 3.

Tabela 3 – Proporção sexual resultante de cada cruzamento entre diferentes linhagens de *Poecilia reticulata*.

Tratamentos	Cruzamentos	Fêmeas	Machos	Proporção Sexual
	1 ♂ (cobra) : 3 ♀ (cobra) [controle]	60	40	1,5 : 1
T1: ♂ (cobra)	1 ♂ (cobra) : 3 ♀ (moscow) teste I	58	42	1,4 : 1
	1 ♂ (cobra) : 3 ♀ (german) teste II	79	21	3,8 : 1
	1 ♂ (german) : 3 ♀ (german) [controle]	77	23	3,3 : 1
T2: ♂ (german)	1 ♂ (german) : 3 ♀ (moscow) teste III	80	20	4 : 1
	1 ♂ (german) : 3 ♀ (cobra) teste IV	78	22	3,5 : 1
	1 ♂ (moscow) : 3 ♀ (moscow) [controle]	56	44	1,3 : 1
T3: ♂ (moscow)	1 ♂ (moscow) : 3 ♀ (cobra) teste V	-	-	
	1 ♂ (moscow) : 3 ♀ (german) teste VI	-	-	

### 3.4 Análises dos Dados

Foram analisadas 350 imagens, sendo 50 indivíduos de cada cruzamento, cada imagem foi subdividida em 3 partes gerando um total de 1.050 imagens. As cores foram classificadas em: preto, amarelo, azul, verde, cinza, cores estruturais e sem pigmentação.

A coloração dos animais pode ser estrutural e/ou produzida por pigmentos. A cor estrutural decorre de estruturas tegumentares capazes de produzir fenômenos a partir da luz incidente. A cor produzida por pigmentos se deve a compostos químicos capazes de absorver seletivamente determinados comprimentos de onda e refletir outros, na faixa visível do espectro luminoso. Os pigmentos em sua maioria são produzidos e armazenados no interior de células pigmentares, denominadas cromatóforos (CURI, PROCOPIO, FERNANDES, 2005). Alguns peixes podem alterar a sua coloração, tonando-a mais intensa ou mais clara, em resposta às condições ambientais, mudanças fisiológicas e estímulos de estresse. Essas mudanças ocorrem devido à quantidade e movimentação de pigmentos nos cromatóforos, e à quantidade destas células no indivíduo (FANOURAQUI et al, 2007).

A prole resultante dos cruzamentos teste dos tratamentos: I (Figura 27 e 28) e II (Figuras 29 e 30) apresentaram indivíduos diferentes dos obtidos nos cruzamentos controle, mostrando que os cruzamentos foram realizados com sucesso.

As tabelas 4, 5 e 6 mostram o padrão de cor das matrizes das linhagens cobra, *german* e *moscow* respectivamente. Com relação à análise da proporção das cores das proles foram obtidos os seguintes resultados: os filhotes dos cruzamentos controle : I (cobra ♂ x cobra ♀) (tabela 7), II (*german* ♂ x *german* ♀) (Tabela 8) e III (*moscow* ♂ x *moscow* ♀) (Tabela 9) seguiram os mesmos padrões de coloração dos pais. No teste I (cobra ♂ x *moscow* ♀) (Tabela 10) os indivíduos heterozigóticos apresentaram um fenótipo que resulta da predominância das duas linhagens. No teste II (cobra ♂ x *german* ♀) (Tabela 11) os indivíduos heterozigóticos apresentaram um fenótipo intermediário entre as duas linhagens. No teste III (*german* ♂ x *moscow* ♀) (Tabela 12) os indivíduos heterozigóticos apresentam um fenótipo que resulta na predominância dos fenótipos das duas linhagens. No teste IV (*german* ♂ x cobra ♀) (Tabela 13) os indivíduos heterozigóticos apresentaram um fenótipo intermediário entre as duas linhagens.



Figura 27 – Machos típicos dos cruzamentos realizados no Tratamento I: (A) (cobra ♂ x cobra ♀), (B) (cobra ♂ x *german* ♀) e (C) (cobra ♂ x *moscow* ♀).

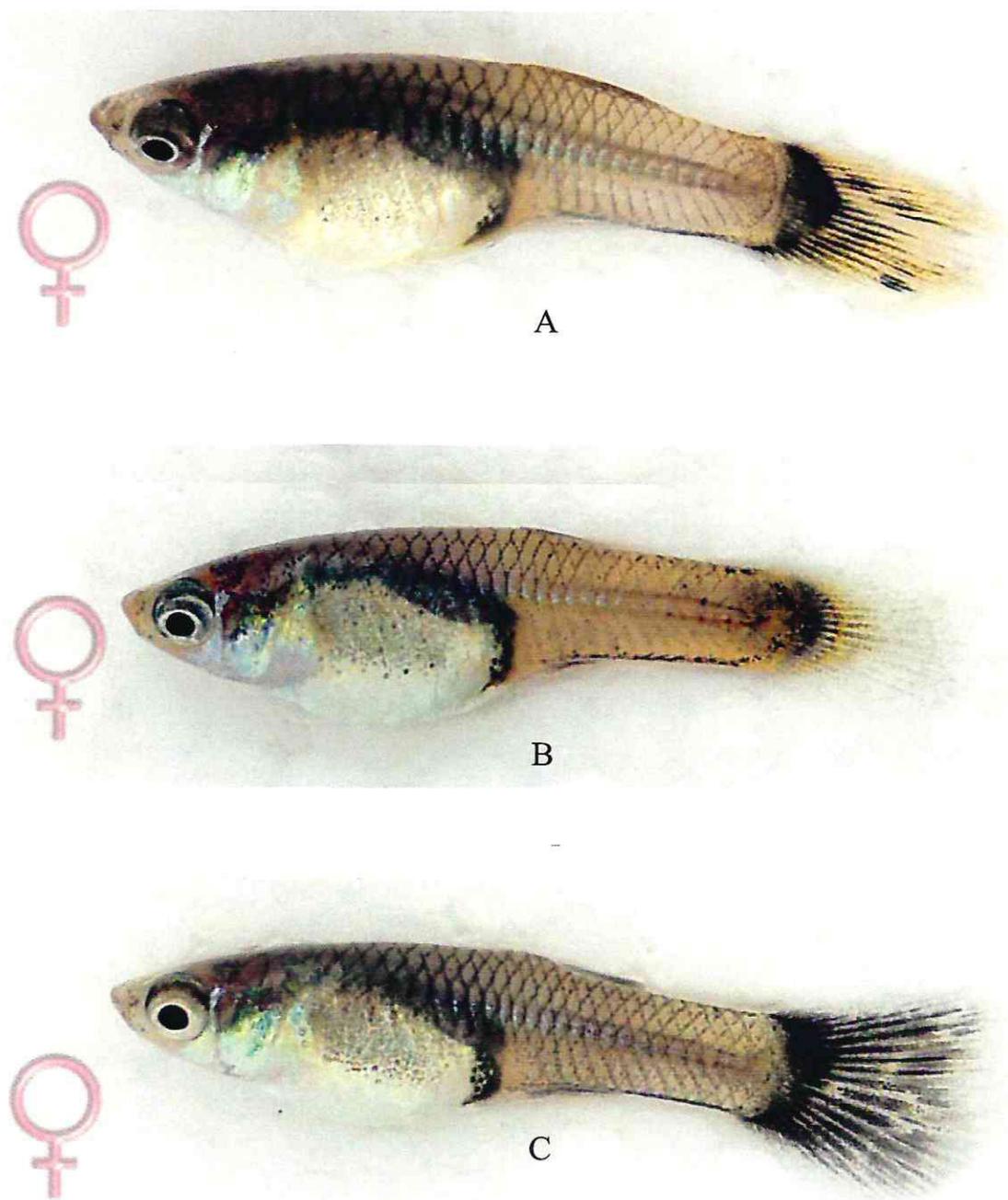


Figura 28 – Fêmeas típicas dos cruzamentos realizados no Tratamento I: (A) (cobra ♂ x cobra ♀), (B) (cobra ♂ x *german* ♀) e (C) (cobra ♂ x *moscow* ♀).

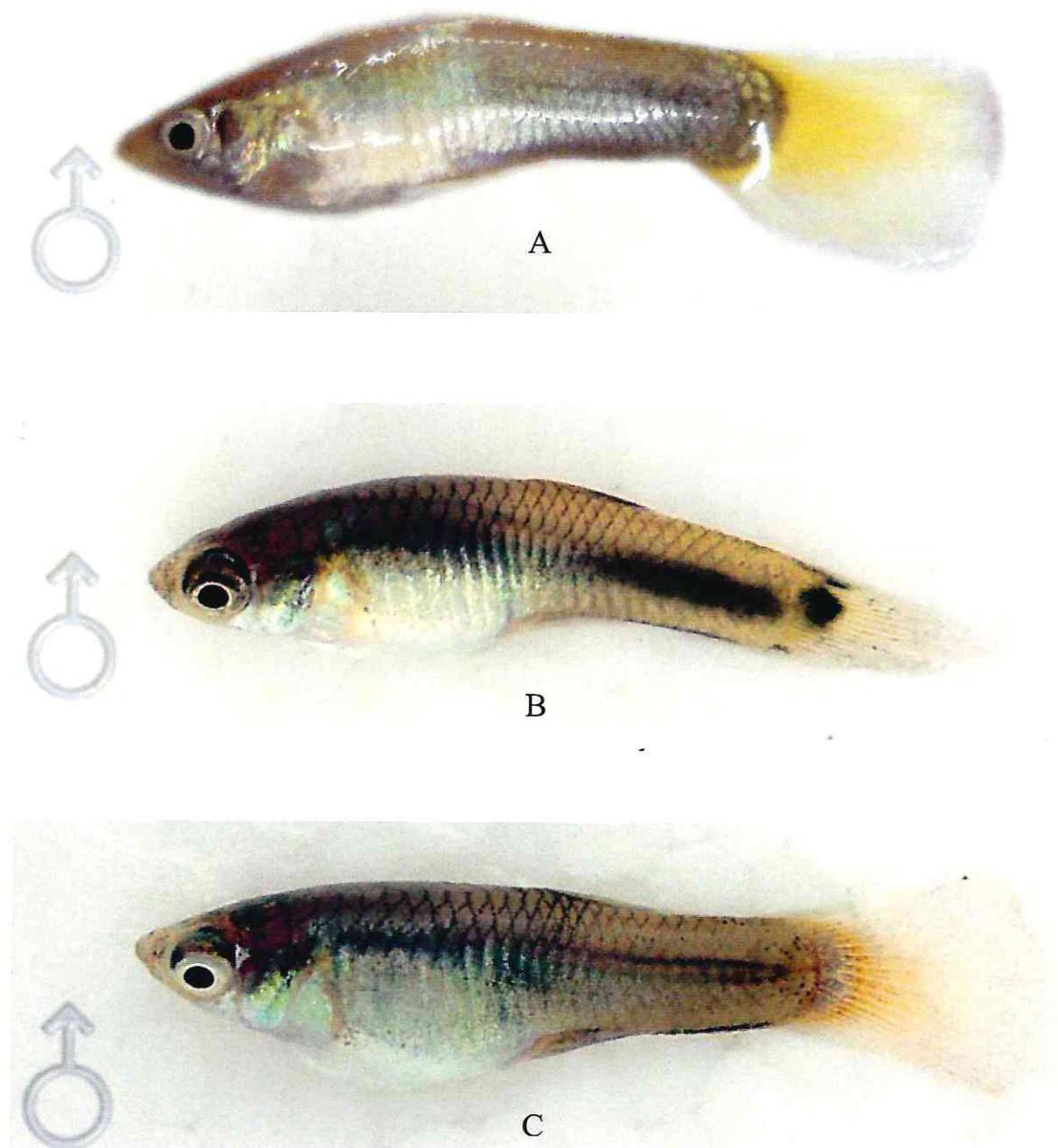


Figura 29 – Machos típicos dos cruzamentos realizados no Tratamento II: (A) (*german* ♂ x *german* ♀) (B) (*german* ♂ x *cobra* ♀) e (C) (*german* ♂ x *moscow* ♀).

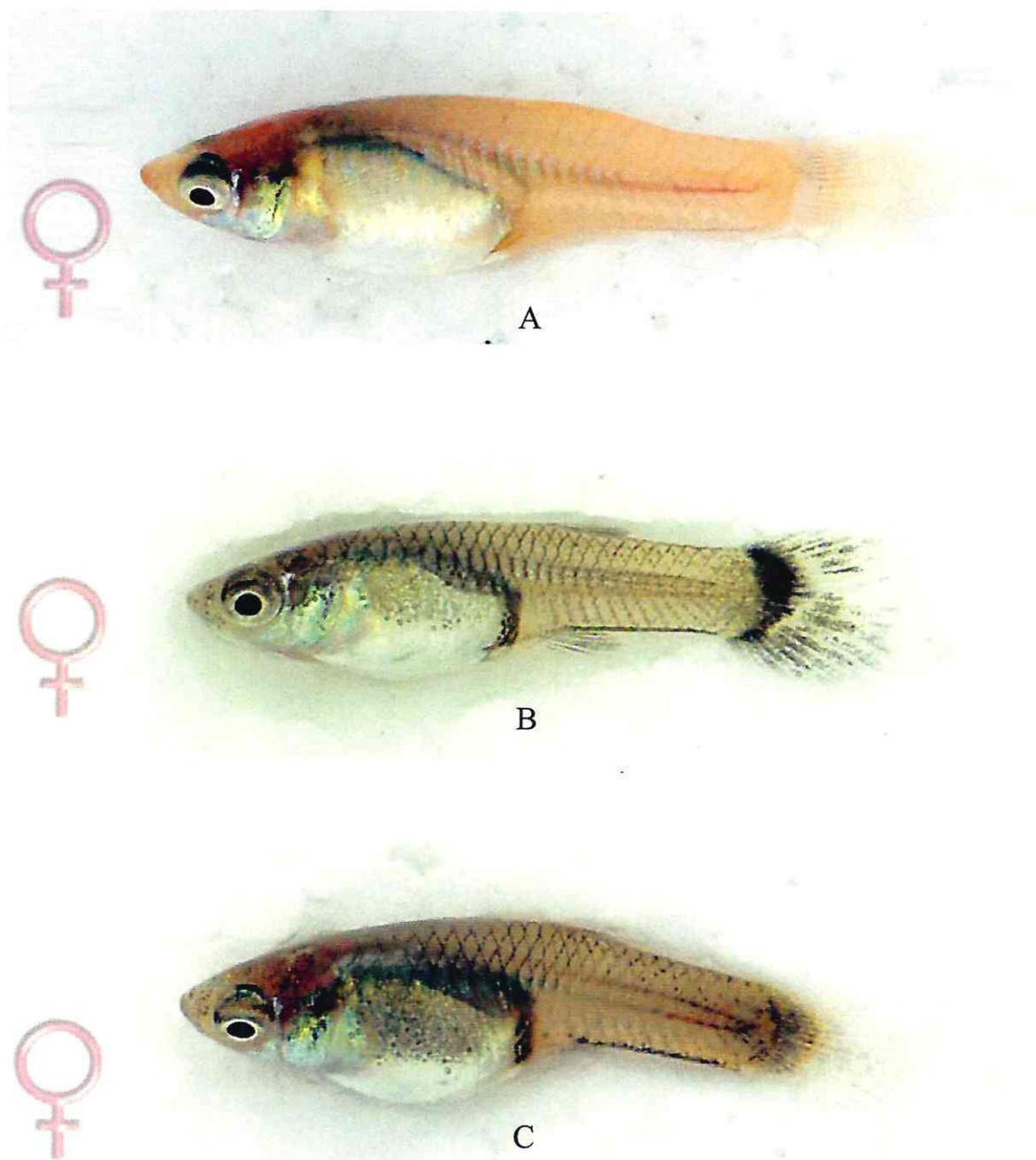


Figura 30 – Fêmeas típicas dos cruzamentos realizados no Tratamento II: (A) (*german* ♂ x *german* ♀), (B) (*german* ♂ x *cobra* ♀) e (C) (*german* ♂ x *moscow* ♀).

Tabela 4 – Resultado da análise da proporção de cores das matrizes de linhagem cobra.

<b>MACHOS</b>					
<b>Anterior</b>	<b>%</b>	<b>Posterior</b>	<b>%</b>	<b>Cauda</b>	<b>%</b>
<b>Estrutural</b>	35,00	Verde	3,98	Preto	17,80
<b>Verde</b>	18,18	Estru	96,02	Amarelo	55,02
<b>Preto</b>	6,52			Cinza	27,18
<b>Sem Pig</b>	40,30				
<b>FEMEAS</b>					
<b>Anterior</b>	<b>%</b>	<b>Posterior</b>	<b>%</b>	<b>Cauda</b>	<b>%</b>
<b>Estrutural</b>	28,69	Verde	2,73	Preto	19,59
<b>Verde</b>	22,79	Estru	97,27	Amarelo	59,71
<b>Preto</b>	15,68			Cinza	20,70
<b>Sem Pig</b>	32,84				

Tabela 5 – Resultado da análise da proporção de cores das matrizes linhagem *german*.

<b>MACHOS</b>					
<b>Anterior</b>	<b>%</b>	<b>Posterior</b>	<b>%</b>	<b>Calda</b>	<b>%</b>
<b>Amarelo</b>	54,04	Estru	100	Amarelo	35,50
<b>Estru</b>	45,96			Estru	64,50
<b>FEMEAS</b>					
<b>Anterior</b>	<b>%</b>	<b>Posterior</b>	<b>%</b>	<b>Calda</b>	<b>%</b>
<b>Amarelo</b>	54,92	Estru	100	Amarelo	19,70
<b>Estru</b>	45,08			Estru	80,30

Tabela 6 – Resultado da análise da proporção de cores das matrizes linhagem *moscow*

<b>MACHOS</b>					
<b>Anterior</b>	<b>%</b>	<b>Posterior</b>	<b>%</b>	<b>Calda</b>	<b>%</b>
<b>Cinza</b>	42.55	Estr.	93.69	Azul	64.50
<b>Azul</b>	30.09	Azul	6.31	Cinza	35.50
<b>Preto</b>	27.36				
<b>FEMEAS</b>					
<b>Anterior</b>	<b>%</b>	<b>Posterior</b>	<b>%</b>	<b>Calda</b>	<b>%</b>
<b>Azul</b>	17.27	Cinza	90.45	Preto	48.64
<b>Preto</b>	26.82	Azul	9.55	Estru	51.36
<b>Estru</b>	55.91				

Tabela 7 – Resultado da análise da proporção de cores dos filhotes originados do cruzamento Cobra x Cobra - Controle I

<b>MACHOS</b>					
<b>Anterior</b>	<b>%</b>	<b>Posterior</b>	<b>%</b>	<b>Cauda</b>	<b>%</b>
Estrutural	35,00	Verde	3,98	Preto	17,80
Verde	18,18	Estru	96,02	Amarelo	55,02
Preto	6,52			Cinza	27,18
Sem Pig	40,30				
<b>FÊMEAS</b>					
<b>Anterior</b>	<b>%</b>	<b>Posterior</b>	<b>%</b>	<b>Cauda</b>	<b>%</b>
Estrutural	28,69	Verde	2,73	Preto	19,59
Verde	22,79	Estru	97,27	Amarelo	59,71
Preto	15,68			Cinza	20,70
Sem Pig	32,84				

Tabela 8 – Resultado da análise da proporção de cores dos filhotes originados do cruzamento *German x German* - Controle II

<b>MACHOS</b>					
<b>Anterior</b>	<b>%</b>	<b>Posterior</b>	<b>%</b>	<b>Cauda</b>	<b>%</b>
Amarelo	54,04	Estru	100	Amarelo	35,50
Estrutural	45,96			Estru	64,50
<b>FÊMEAS</b>					
<b>Anterior</b>	<b>%</b>	<b>Posterior</b>	<b>%</b>	<b>Cauda</b>	<b>%</b>
Amarelo	54,92	Estru	100	Amarelo	19,70
Estrutural	45,08			Estru	80,30

Tabela 09 – Resultado da análise da proporção de cores dos filhotes originados do cruzamento *Moscow x Moscow* - Controle III

<b>MACHOS</b>					
<b>Anterior</b>	<b>%</b>	<b>Posterior</b>	<b>%</b>	<b>Cauda</b>	<b>%</b>
Cinza	42,55	Estr.	93,69	Azul	64,50
Azul	30,09	Azul	6,31	Cinza	35,50
Preto	27,36				
<b>FÊMEAS</b>					
<b>Anterior</b>	<b>%</b>	<b>Posterior</b>	<b>%</b>	<b>Cauda</b>	<b>%</b>
Azul	17,27	Cinza	90,45	Preto	48,64
Preto	26,82	Azul	9,55	Estru	51,36
Estru	55,91				

Tabela 10 – Resultado da análise da proporção de cores dos filhotes originados do cruzamento Cobra x Moscow - Teste I

<b>MACHOS</b>					
Anterior	%	Posterior	%	Cauda	%
Estrutural	43,53	Verde	25,45	amarelo	39,97
Verde	34,14	Estr	74,55	preto	32,97
Sem Pig	22,33			Cinza	27,06
<b>FÊMEAS</b>					
Anterior	%	Posterior	%	Cauda	%
Estrutural	38,22	Verde	6,53	preto	16,67
azul	10,92	Estr	93,47	Verde	9,87
Verde	14,04			Cinza	32,85
Sem Pig	36,82			amarelo	40,61

Tabela 11 – Resultado da análise da proporção de cores dos filhotes originados do cruzamento Cobra x German - Teste II

<b>MACHOS</b>					
Anterior	%	Posterior	%	Cauda	%
Sem Pig	71,71	azul	100	amarelo	90,41
Verde	28,29			Cinza	9,59
<b>FÊMEAS</b>					
Anterior	%	Posterior	%	Cauda	%
Sem Pig	60,42	Verde	14,29	amarelo	65,27
Verde	10,83	azul	85,71	preto	16,17
azul	28,75			Verde	18,56

Tabela 12 – Resultado da análise da proporção de cores dos filhotes originados do cruzamento *German x Moscow* - Teste III

<b>MACHOS</b>					
Anterior	%	Posterior	%	Cauda	%
azul	16,90	Verde	3,71	amarelo	21,45
Verde	37,93	Azul	11,14	preto	5,94
Sem Pig	45,17	Estr	85,15	cinza	14,47
				Estr	58,14
<b>FÊMEAS</b>					
Anterior	%	Posterior	%	Cauda	%
Estr	40,50	Preto	2,78	amarelo	32,03
Verde	36,36	Estr	97,22	verde	10,32
Sem Pig	23,14			preto	9,96
				cinza	13,17
				Estr	34,52

Tabela 13 – Resultado da análise da proporção de cores dos filhotes originados do cruzamento *German x Cobra* - Teste IV

<b>MACHOS</b>					
Anterior	%	Posterior	%	Cauda	%
Estr.	36,36	Verde	5,56	preto	18,18
Verde	29,80	Estr.	94,44	amarelo	40,66
Sem Pig	33,84			verde	18,94
				cinza	17,17
				Estr.	5,05
<b>FÊMEAS</b>					
Anterior	%	Posterior	%	Cauda	%
Estr.	35,23	Verde	17,80	preto	3,03
Verde	31,06	amarelo	82,20	amarelo	7,58
Sem Pig	33,71			verde	48,11
				cinza	8,33
				Estr.	32,95

#### 4. CONCLUSÕES

Em relação à compatibilidade reprodutiva, dos seis cruzamentos teste realizados, houve sucesso em quatro cruzamentos: teste I (♂ cobra x ♀ *moscow*), teste II (♂ cobra x ♀ *german*), teste III (♂ *german* x ♀ *moscow*) e teste IV (♂ *german* x ♀ cobra).

Em relação às proporções sexuais em todos os cruzamentos o número de fêmeas excedeu o número de machos. Este fato pode ser devido aos parâmetros de temperatura e pH que se apresentaram aceitáveis mais não ideais para a espécie. São necessários estudos futuros avaliando estes parâmetros na reprodução.

Com relação à análise da proporção das cores obtidas nos cruzamentos controle, verificou-se que as proles seguiram os mesmos padrões de coloração dos pais. E os resultados dos cruzamentos entre as diferentes linhagens de *Guppy* mostraram que no teste I (cobra ♂ x *moscow* ♀) os indivíduos heterozigóticos apresentaram um fenótipo que resulta da predominância das duas linhagens. No teste II (cobra ♂ x *german* ♀) os indivíduos heterozigóticos apresentaram um fenótipo intermediário entre as duas linhagens. No teste III (*german* ♂ x *moscow* ♀) os indivíduos heterozigóticos apresentam um fenótipo que resulta na predominância dos fenótipos das duas linhagens e no teste IV (*german* ♂ x cobra ♀) os indivíduos heterozigóticos apresentaram um fenótipo intermediário entre as duas linhagens.

Trabalhos futuros relacionados à dominância das linhagens são necessários para o entendimento da transmissão das características genéticas referentes à coloração.

É importante e necessário para o setor da Piscicultura ornamental que sejam realizados trabalhos científicos com espécies ornamentais e que estes trabalhos gerem protocolos, facilitando assim o cultivo e a criação de novas espécies e diminuindo o descarte desses organismos. Estendendo para o mercado de ornamentais os estudos científicos realizados em laboratório e assim diminuindo o empirismo.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, G.R. (1991). **Field guide to the freshwater fishes of New Guinea**. Christensen Research Institute, Madang, Papua New Guinea.
- ALLEN, G.R., S.H. MIDGLEY and M. ALLEN (2002). **Field guide to the freshwater fishes of Australia**. Western Australian Museum, , Perth, Western Australia. 394
- AMABIS, J. M. e MATHO, G. R. (1994). **Biologia das Populações: Genética, Evolução e Ecologia**. Editora Moderna, volume 3, primeira edição, 29-29p.
- BARRETO, L.M. (2002). **Estudo sobre o mercado de peixes ornamentais marinhos no Ceará com ênfase na taxa de descarte nas capturas**. Dissertação de Mestrado, Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, 59p.
- BEZERRA, J. A.(1998). Peixes ornamentais: **Criadores de Beleza**. Revista Globo Rural, Rio de Janeiro, 148 (13): 46-52 fev., (1998).
- BOTELHO, G.(1990). **História da aquariofilia**. Rio de Janeiro: Interciência. 1990.
- BRUNORO COSTA, N. M., BOREM, A.(2003). Biotecnologia e nutrição v. 1, 2003 p. 130-133.
- BROSNAN, S.F., R. L. EARLEY and L. A. DUGATKIN (2003). **Observational and predator inspection in guppies (*Poecilia reticulata*)**. Ethology 10a: 823-833
- CONFEDERAÇÃO DOS CRIADORES DE *GUPPY* (CCG), (2004). **Manual do Guppy**. Disponível em: <<http://www.ccg.org.br/>> Acesso em: 18 de agosto de 2010.
- CURI, R.; PROCOPIO, J.; FERNANDES, L. C. (2005). **Praticando Fisiologia**. Manole, Barueri – SP.
- DA SILVA, I.O.N. (2007). **Sistema Super Intensivo de Criação de Peixes Ornamentais**. Monografia, Graduação, UFC, Ceará, 2007, 36p.
- DELBEEK, J. C. (2001). **Coral farming: past, present and future trends**. Aquarium Sciences and Conservation 3: 171-181p.

ENDLER, J.A. (1978). **A predator's view of animal color patterns**. *Evol. Biol.* 11: 319–364.  
FANOURAQUI, E.; LAITINEN, J. T.; DIVANACH, P.; PAVLIDIS, M. **Endocrine Regulation of Skin Blanching in Red Porgy, *Pagrus pagrus***. *Ann. Zool. Fenicci* 44: 241 – 248, 2007.

FAO, (2005). **Fisheries and Aquaculture topics. Ornamental fish. Topics Fact Sheets**. Text by Devin Bartley. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 27 May 2005. Disponível em < <http://www.fao.org/fishery/topic/13611/en> >. Acessado em 17/05/2011

FAO, (2006 a). **Visión general del sector acuícola nacional. Brasil. National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets**. Texto de Suplicy, F.M. In: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO [en línea]. Roma. Actualizado 1 June 2004. Disponível em < [http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso\\_brazil/es](http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_brazil/es) >. Acessado em 17/05/2011.

FAO, (2006 b). **The state of world fisheries and aquacultura**, out.2010. Disponível em <(http://www.fao.org)>. Acesso em 09 de outubro de 2010.

HUGUES, K. A., ROOD, F. H. y REZNICK, D. N. (2005). **Genetic and environmental effects on secondary sex traits in guppies (*Poecilia reticulata*)**. *European Society for Evolutionary Biology. J. Evol. Biol.* 18, 35-45 pág.

IBAMA (2008). **Diagnóstico geral das práticas de controle ligadas a exploração, captura, comercialização, exportação e uso de peixes para fins ornamentais e de aquariofilia**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Diretoria de Uso Sustentável da Biodiversidade e Florestas. Coordenador: Clemeson Pinheiro. Brasília, versão revisada, agosto, 2008, 217p.

KENNY, J.S. (1995). **Views from the bridge: a memoir on the freshwater fishes of Trinidad**. Julian S. Kenny, Maracas, St. Joseph, Trinidad and Tobago. 98 p.

KOTTELAT, M. and T. WHITTEN (1996). **Freshwater biodiversity in Asia, with special reference to fish**. World Bank Tech. Pap.343: 59p.

KOTTELAT, M. and J. FREHOF (2007). **Handbook of European freshwater fishes**. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland. 646 p.

LIMA, A. O., BERNARDINO, G., PROENÇA, C. E. (2001). **Agronegócio de peixes ornamentais no Brasil e no mundo**. *Panorama da aqüicultura*,n.65, p.14-24,mai/jun. 2001

- LIMA, A. O. (2003). Aquicultura ornamental: O potencial de mercado para algumas espécies ornamentais: Formas de diversificação da produção na aquicultura brasileira. **Revista Panorama da Aquicultura**, cidade, v.13, p.23-29, 2003
- MARTIN, H. (2003). **Genética aplicada à criação de Guppies**. Home Page Rodrigo Ziviane. Disponível em <<http://www.Guppy.petbh.com.br/aberturafr.html>> Acessada em 16/05/2011
- MAYA, E. P. e HERRERA, S. M., (1998). **Efecto del pH sobre la proporción de sexos, el crecimiento y la sobrevivencia del *Guppy Poecilia reticulata***. *Hirobiológica*, Diciembre, año/vol.8. Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa. Distrito Federal, México pp. 125-132.
- NELSON, J. S. (1994). **Fishes of the World**, 3rd edition. New York: John Wiley & Sons. ISBN 0471547131
- PAGE, L.M. and B.M. BURR (1991). **A field guide to freshwater fishes of North America north of Mexico**. Houghton Mifflin Company, Boston. 432 p.
- RIEHL, R. and H.A. BAENSCH (1991). **Aquarien Atlas**. Band. 1. Melle: Mergus, Verlag für Natur- und Heimtierkunde, *Germany*. 992 p.
- RODRIGUEZ, C. M. (1997). **Phylogenetic analysis of the tribe Poeciliini (Cyprinodontiformes: Poeciliidae)**. *Copeia* (4):663-679. Page: 673
- SANCHES, E.G. (2004) **Instituto de Pesca estuda peixes ornamentais**. INSTITUTO DE PESCA jan. 2004. Disponível em: <[http://www.pesca.sp.gov.br/noticia.php?id\\_not=101](http://www.pesca.sp.gov.br/noticia.php?id_not=101)>. Acessado em: 04 jan.2009.
- SKELTON, P.H. (1993). **A complete guide to the freshwater fishes of southern Africa**. Southern Book Publishers. 388 p.
- VIDAL-JUNIOR, M.V. (2003) **Peixes ornamentais: Reprodução em Aquicultura**. *Revista Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, n. 79, p. 21-27, set/out 2003.
- VIDAL JUNIOR, M.(2002) **As boas perspectivas para a piscicultura ornamental**. *Panorama da Aquicultura*. maio/junho, 2002.

VIDAL-JUNIOR, M.V. (2007) **A produção aquícola de peixes ornamentais**. In: VIII Ave Sui e III Sem. Aquí., Mari e Pesc., 2007, Belo Horizonte, Minas Gerais: UFV, p. 62-74.

WHITTINGTON, R.J.; CHONG, R. (2007). **Global trade in ornamental fish from an Australian perspective: The case for revised import risk analysis and management strategies**. Preventive Veterinary Medicine, v. 81, p. 92–116.

ZIVIANE, R. (2003). Home Page Rodrigo Ziviane. Show Guppies. Genética, Conceito e Prática. Disponível em <<http://www.Guppy.petbh.com.br/aberturafr.html> > Acessada em 17/05/2011