



**Associação entre o desenvolvimento gonadal e a frequência de micronúcleos em eritrócitos de pacus  
(*Piaractus mesopotamicus*)**

***Association of gonad development with the frequency of micronuclei in *Piaractus mesopotamicus*  
erythrocytes***

**Éder Dittmar<sup>1</sup>, Helder Silva e Luna<sup>2</sup>, Ruy Alberto Corrêa Caetano Filho<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande-MS, Rua Hugo Borges Soares, 348, CEP 79117230. Cophasul, Campo Grande-Mato Grosso do Sul-Brasil, E-mail: ederdittmar@yahoo.com.br

<sup>2</sup> UFMS – CBC – CPAQ, Aquidauana-MS,

<sup>3</sup> UFMS – DZO – FAMEZ- Campo Grande-MS.

Recebido em: 09/09/2010

Aceito em: 03/12/2010

**Resumo.** Com presente trabalho os pesquisadores buscaram avaliar a existência de associação entre o desenvolvimento gonadal e a frequência de micronúcleos e núcleos morfológicamente alterados em eritrócitos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). As capturas ocorreram mensalmente no rio Aquidauana. Para cada peixe foi realizada a análise de 3000 eritrócitos para a pesquisa de micronúcleos e núcleos morfológicamente alterados, utilizando-se esfregaço sanguíneo corado com giemsa. Foram analisados 50 machos e 23 fêmeas. Os sexos foram analisados separadamente. O teste de correlação não mostrou associação entre o desenvolvimento gonadal e a frequência de micronúcleos e núcleos morfológicamente alterados. Nas condições do presente experimento, concluiu-se que o desenvolvimento gonadal em pacus não interferiu no incremento de micronúcleos e núcleos morfológicamente alterados.

**Palavras-chave.** Eritrócitos, peixes, pantanal.

**Abstract.** The present study aimed to evaluate the association of the gonad development with the frequency of morphologically altered nuclei and micronuclei in erythrocytes of *Piaractus mesopotamicus* (pacu). The capturing was conducted monthly in the Aquidauana river in 2004. After being collected, the fish immediately underwent blood collecting procedures and preparation of smears used in the study of micronuclei. After identification, the blades were fixed in methanol and transported to the laboratory. After that they were colored with giemsa and analyzed through optical microscope for research on micronuclei in the erythrocytes. For each fish specimen there was a count of 3000 erythrocytes for research on morphologically altered nuclei and micronuclei. 73 fish specimens were analyzed, 50 of which were male and 23 female. The sexes were analyzed separately. The study demonstrated that the gonad development has not interfered in the rate of morphologically altered nuclei and micronuclei.

**Key-words.** Erythrocytes, fish, pantanal.

### **Introdução**

Os micronúcleos originam-se de fragmentos cromossômicos acêntricos que não são incorporados no interior do núcleo filho (efeito clastogênico) ou de cromossomos inteiros, que durante a segregação ocorrida na mitose, atrasam-se em relação aos demais na migração dos elementos centrais para os pólos da célula na anáfase (efeito aneugênico) (Campana et al., 1999). Os micronúcleos são tipicamente arredondados, possuem cor e morfologia semelhantes ao núcleo principal que é nitidamente estruturado com limite bem definido facilitando a identificação de fragmentos em seu citoplasma

(Ateeq et al., 2002; Llorente et al., 2002). O teste de micronúcleos é uma promissora ferramenta para o biomonitoramento de efeitos clastogênicos em organismos aquáticos (De Flora et al., 1993).

Hughes & Hebert (1991) sugeriram existir correlação entre as fases reprodutivas e a ocorrência de micronúcleos com um provável aumento da incidência de micronúcleos em eritrócitos de *Pseudopleuronectes americanus* relacionado ao seu período de reprodução.

Os peixes são utilizados frequentemente como bioindicadores da qualidade das águas. Entre as diversas espécies de peixes de água doce que poderiam ser utilizadas, o pacu (*Piaractus*



*mesopotamicus*) destaca-se por sua ampla distribuição abrangendo a bacia dos rios Prata e Paraguai na América do Sul (Borghetti & Canzi, 1993).

O presente trabalho teve como objetivo verificar a associação entre o desenvolvimento gonadal com a frequência de micronúcleos e de núcleos morfológicamente alterados em eritrócitos de pacus (*Piaractus mesopotamicus*) capturados no rio Aquidauana, MS.

### **Material e Métodos**

#### **Local de Captura**

O estudo foi realizado na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, no Campus de Aquidauana, MS e no Laboratório de Patologia Clínica em Campo Grande, MS. As capturas foram realizadas no rio Aquidauana, pertencente à bacia do Alto Paraguai. Foi estabelecido um ponto de captura no rio Aquidauana, localizado na Cachoeira do Camisão (20°28'58" S e 55°38'16" W).

Os exemplares de pacus foram capturados mensalmente, durante um período de 12 meses. As amostras foram coletadas com uma rede de lance e após a captura dos peixes foram encaminhadas para o laboratório a campo, sendo anestesiados em solução de benzocaína a 5% e sacrificados. Foram analisados os seguintes parâmetros: peso total (Wt), em quilogramas; peso das gônadas (Wg), em gramas e o sexo.

#### **Relação Gonadossomática (RGS)**

Foi calculada segundo Vazzoler (1996):

$$RGS = Wg/Wt \times 100$$

Onde: Wg = peso das gônadas; Wt = peso total

#### **Micronúcleos**

Após a captura dos peixes, foi retirado o sangue por punção da veia dorso caudal e realizado o esfregaço convencional. Após a secagem, o material foi fixado em metanol por 15 minutos. Ao término de cada coleta as lâminas foram coradas com giemsa, diluído em água destilada na concentração final de 5%, durante 10

minutos. Na sequência, as lâminas foram observadas ao microscópio óptico Olympus CX 31 no aumento de 1000X. Em cada peixe foram analisados 3000 eritrócitos, pesquisou-se a presença de micronúcleos (MN) e núcleos morfológicamente alterados (NMA). Os resultados dos testes de micronúcleos foram expressos como frequências em 1000 eritrócitos.

#### **Distribuição das Classes**

O estudo da associação entre as variáveis foi feito dentro das classes de sexo e da relação gonadossomática (RGS). As classes de relação gonadossomática foram formadas de acordo com o seguinte critério:

Machos - uma classe foi composta por 24 machos com RGS acima de 0,6 (gônadas em estágios iniciais e finais de maturação) e outra classe foi composta por 26 machos com RGS abaixo de 0,6 (imaturos).

Fêmeas - uma classe foi composta por sete fêmeas com RGS acima de 7,0 (gônadas em estágios iniciais e finais de maturação) e outra classe foi composta por 16 fêmeas com RGS abaixo de 7,0 (imaturos).

#### **Análise Estatística**

Para estudar a associação entre a variável Relação Gonadossomática (RGS) e as variáveis: número de células com micronúcleos (MN), número de células com núcleos morfológicamente alterados (NMA) e número de células com alguma das alterações anteriores (SOMA), foram calculados os coeficientes de correlação de Spearman ( $r_s$ ) respectivos, cuja significância ( $H_0$ : parâmetro=0) foi avaliada pelo teste de t ( $p < 0,05$ ) (Zar, 1984). As análises foram feitas usando o procedimento CORR do programa SAS (1996) para Windows versão 4.1.

### **Resultados e Discussão**

Os resultados encontram-se nas Tabelas 1, 2 e 3. As análises estatísticas não mostraram nenhuma correlação significativa.

**Tabela 1.** Coeficientes de correlação de Spearman ( $r_s$ ), respectivos valores-P do teste de significância do parâmetro ( $H_0$ : parâmetro=0) entre a variável relação gonadossomática (RGS) e as variáveis número de células com micronúcleos (MN), número de células com núcleos morfológicamente alterados (NMA) e número de células com alguma das alterações anteriores (SOMA) de ambos os sexos em pacus (*Piaractus mesopotamicus*).

| Variáveis |                        | Machos (n=50) | Fêmeas (n=23) |
|-----------|------------------------|---------------|---------------|
|           |                        | RGS           | RGS           |
| MN        | $r_s$                  | -0.0546       | 0.3085        |
|           | Valor-P <sup>(1)</sup> | 0.7067        | 0.1521        |
| NMA       | $r_s$                  | -0.0381       | 0.0620        |
|           | Valor-P                | 0.7927        | 0.7786        |
| SOMA      | $r_s$                  | -0.0670       | 0.1304        |
|           | Valor-P                | 0.6437        | 0.5533        |

(1) Probabilidade de erro tipo I obtida no teste de t do parâmetro ( $H_0$ : parâmetro=0), cuja estimativa está acima do respectivo valor ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 2.** Coeficientes de correlação de Spearman ( $r_s$ ), respectivos valores-P do teste de significância do parâmetro ( $H_0$ : parâmetro=0) entre a variável relação gonadossomática (RGS) e as variáveis número de células com micronúcleos (MN), número de células com núcleos morfológicamente alterados (NMA) e número de células com alguma das alterações anteriores (SOMA), em pacus (*Piaractus mesopotamicus*) machos em duas classes de relação gonadossomática.

| Variáveis |                        | Machos (n=26)            | Machos (n=24) |
|-----------|------------------------|--------------------------|---------------|
|           |                        | RGS < 0,6 <sup>(2)</sup> | RGS ≥ 0,6     |
| MN        | $r_s$                  | 0.07429                  | 0.06471       |
|           | Valor-P <sup>(1)</sup> | 0.7183                   | 0.7639        |
| NMA       | $r_s$                  | 0.01409                  | -0.02840      |
|           | Valor-P                | 0.9455                   | 0.8952        |
| SOMA      | $r_s$                  | -0.00722                 | -0.04193      |
|           | Valor-P                | 0.9721                   | 0.8458        |

(1) Probabilidade de erro tipo I obtida no teste de t do parâmetro ( $H_0$ : parâmetro=0), cuja estimativa está acima do respectivo valor ( $p < 0,05$ ). (2) RGS: pacus com relação gonadossomática abaixo e acima de 0,6%.

**Tabela 3.** Coeficientes de correlação de Spearman ( $r_s$ ), respectivos valores-P do teste de significância do parâmetro ( $H_0$ : parâmetro=0), entre a variável relação gonadossomática (RGS) e as variáveis número de células com micronúcleos (MN), número de células com núcleos morfológicamente alterados (NMA) e número de células com alguma das alterações anteriores (SOMA), em pacus (*Piaractus mesopotamicus*) fêmeas em duas classes de relação gonadossomática.

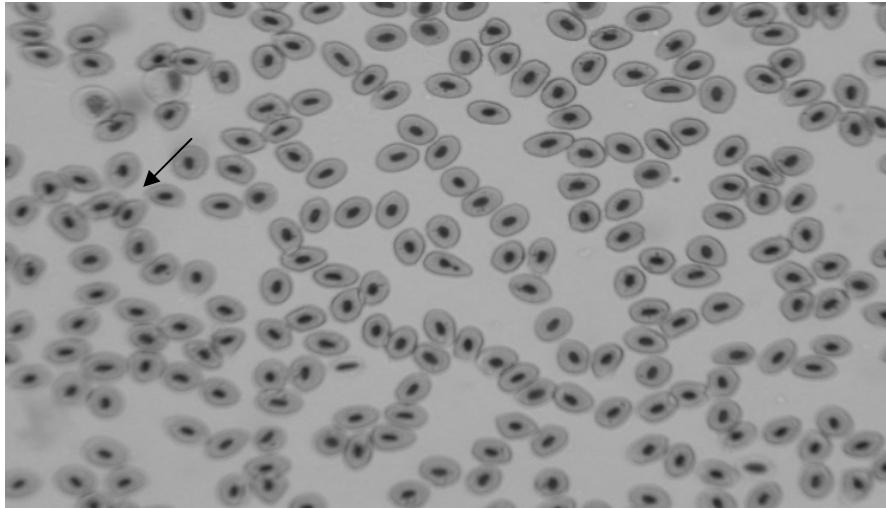
| Variáveis |                        | Fêmeas (n=16)            | Fêmeas (n=7) |
|-----------|------------------------|--------------------------|--------------|
|           |                        | RGS ≤ 7,0 <sup>(2)</sup> | RGS > 7,0    |
| MN        | $r_s$                  | -0.27116                 | -0.25944     |
|           | Valor-P <sup>(1)</sup> | 0.3097                   | 0.5742       |
| NMA       | $r_s$                  | 0.12713                  | -0.7207      |
|           | Valor-P                | 0.6389                   | 0.8780       |
| SOMA      | $r_s$                  | 0.13117                  | -0.27028     |
|           | Valor-P                | 0.6282                   | 0.5577       |

(1) Probabilidade de erro tipo I obtida no teste de t do parâmetro ( $H_0$ : parâmetro=0), cuja estimativa está acima do respectivo valor ( $p < 0,05$ ).

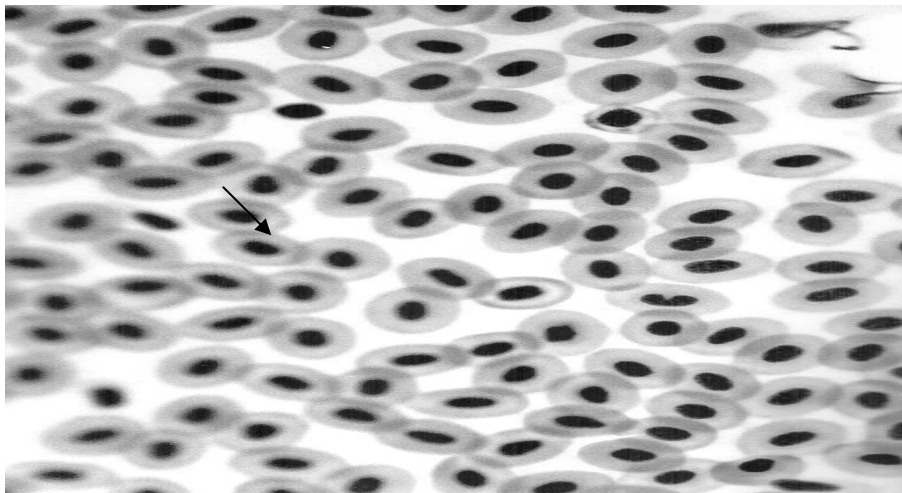
(2) RGS: pacus com relação gonadossomática abaixo e acima de 7,0%.

As taxas de micronúcleos iguais ou acima de 50 micronúcleos em 1000 eritrócitos são

consideradas como indicativas da presença de agentes clastogênicos nos peixes (Grisólia, 2002).



**Figura 1.** Eritrócitos de *Piaractus mesopotamicus*. Seta indica micronúcleo (400X).



**Figura 2.** Eritrócitos de *Piaractus mesopotamicus*. Seta indica núcleo morfologicamente alterado (1000x).

Na presente pesquisa observou-se números menores do que 2 em 1000. Isto indica que nos peixes estudados não houve influência da ação de xenobióticos. As baixas frequências de micronúcleos detectadas devem ser devido a menor ação antropogênica exercida no rio Aquidauana via efluentes de esgotos domésticos que não apresenta compostos químicos clastogênicos em concentrações que produzam efeitos citogenéticos nos organismos aquáticos; em decorrência deste fato nos peixes analisados, não foi encontrada correlação entre a maturação gonadal e os micronúcleos ou núcleos

morfologicamente alterados (Tabelas 4, 5, 6, 7, 8 e 9).

O pacu e o linguado possuem ovos não aderentes demersais, porém o pacu apresenta rápido crescimento, alta rusticidade, onívoro, reofílico e pode ter menores impactos em sua fisiologia via contaminantes depositados em sedimentos no percurso do rio. A análise dos cariótipos de pacus apresenta  $2n=54$  sendo formado por 20 metacêntricos e 34 submetacêntricos e indica que a espécie é apropriada para a avaliação de efeitos clastogênicos em programas de monitoramento genético. Segundo Hughes & Hebert (1991)



sugerem que no linguado americano há um incremento do número de micronúcleos

correlacionado com o período de reprodução sendo que este peixe apresenta hábitos costeiros

**Tabela 4.** Distribuições de frequência em peixes machos para a variável número de células com micronúcleos (MN, em 3000) de acordo com a classe de relação gonadossomática (CLRGS), em Pacus (*Piaractus mesopotamicus*) capturados mensalmente no rio Aquidauana durante o ano de 2004.

| MN    | CLRGS1 <sup>(1)</sup> |                    | CLRGS2 <sup>(2)</sup> |       | Total |       |
|-------|-----------------------|--------------------|-----------------------|-------|-------|-------|
|       | Freq. <sup>3</sup>    | Porc. <sup>4</sup> | Freq.                 | Porc. | Freq. | Porc. |
| 0     | 17                    | 65,38              | 18                    | 75,00 | 35    | 70,00 |
| 1     | 4                     | 15,38              | 2                     | 8,33  | 6     | 12,00 |
| 2     | 2                     | 7,69               | 3                     | 12,50 | 5     | 10,00 |
| 3     | 2                     | 7,69               |                       |       | 2     | 4,00  |
| 4     |                       |                    | 1                     | 4,17  | 1     | 2,00  |
| 5     | 1                     | 3,85               |                       |       | 1     | 2,00  |
| Total | 26                    | 100                | 24                    | 100   | 50    | 100   |

(1) CLRGS1 – classe composta por 26 machos com RGS abaixo de 0,6 (imaturos). (2) CLRGS2 – classe composta por 24 machos com RGS acima de 0,6 (gônadas em estádios mais avançados). (3) Frequência. (4) Porcentagem.

**Tabela 5.** Distribuições de frequência em peixes fêmeas para a variável número de células com micronúcleos (MN, em 3000) de acordo com a classe de relação gonadossomática (CLRGS), em Pacus (*Piaractus mesopotamicus*) capturados mensalmente no rio Aquidauana durante o ano de 2004.

| MN    | CLRGS1 <sup>(1)</sup> |                    | CLRGS2 <sup>(2)</sup> |       | Total |       |
|-------|-----------------------|--------------------|-----------------------|-------|-------|-------|
|       | Freq. <sup>3</sup>    | Porc. <sup>4</sup> | Freq.                 | Porc. | Freq. | Porc. |
| 0     | 11                    | 68,75              | 1                     | 14,29 | 12    | 52,17 |
| 1     | 4                     | 25,00              | 3                     | 42,86 | 7     | 30,43 |
| 2     | 1                     | 6,25               | 1                     | 14,29 | 2     | 8,70  |
| 3     |                       |                    | 1                     | 14,29 | 1     | 4,35  |
| 4     | 0                     | 0,00               | 0                     | 0,00  | 0     | 0,00  |
| 5     |                       |                    | 1                     | 14,29 | 1     | 4,35  |
| Total | 16                    | 100                | 7                     | 100   | 23    | 100   |

(1) CLRGS1 – classe composta por 16 fêmeas com RGS abaixo de 7,0 (imaturas). (2) CLRGS2 – classe composta por sete fêmeas com RGS acima de 7,0 (gônadas em estádios mais avançados). (3) Frequência. (4) Porcentagem.



**Tabela 6.** Distribuições de frequência em peixes machos para a variável número de células com núcleos morfológicamente alterados (NMA, em 3000) de acordo com a classe de relação gonadossomática (CLRGS), em Pacus (*Piaractus mesopotamicus*) capturados mensalmente no rio Aquidauana durante o ano de 2004.

| NMA   | CLRGS1 <sup>(1)</sup> |                    | CLRGS2 <sup>(2)</sup> |       | Total |       |
|-------|-----------------------|--------------------|-----------------------|-------|-------|-------|
|       | Freq. <sup>3</sup>    | Perc. <sup>4</sup> | Freq.                 | Perc. | Freq. | Perc. |
| 0     | 1                     | 3,85               | 2                     | 8,33  | 3     | 6,00  |
| 1     |                       |                    | 1                     | 4,17  | 1     | 2,00  |
| 2     | 2                     | 7,69               | 4                     | 16,67 | 6     | 12,00 |
| 3     | 3                     | 11,54              | 1                     | 4,17  | 4     | 8,00  |
| 4     | 3                     | 11,54              |                       |       | 3     | 6,00  |
| 5     | 2                     | 7,69               | 2                     | 8,33  | 4     | 8,00  |
| 6     | 5                     | 19,23              | 2                     | 8,33  | 7     | 14,00 |
| 7     |                       |                    |                       |       |       |       |
| 8     | 1                     | 3,85               | 3                     | 12,50 | 4     | 8,00  |
| 10    | 2                     | 7,69               | 1                     | 4,17  | 3     | 6,00  |
| 11    |                       |                    | 1                     | 4,17  | 1     | 2,00  |
| 12    | 2                     | 7,69               | 3                     | 12,50 | 5     | 10,00 |
| 13    |                       |                    | 2                     | 8,33  | 2     | 4,00  |
| 14    | 1                     | 3,85               | 1                     | 4,17  | 2     | 4,00  |
| 15    | 1                     | 3,85               |                       |       | 1     | 2,00  |
| 18    |                       |                    |                       |       |       |       |
| 20    | 1                     | 3,85               | 1                     | 4,17  | 2     | 4,00  |
| 21    |                       |                    |                       |       |       |       |
| 22    | 1                     | 3,85               |                       |       | 1     | 2,00  |
| 25    | 1                     | 3,85               |                       |       | 1     | 2,00  |
| 26    |                       |                    |                       |       |       |       |
| Total | 26                    | 100                | 24                    | 100   | 50    | 100   |

( 1) CLRGS1 – classe composta por 26 machos com RGS abaixo de 0,6 (imaturos). (2) CLRGS2 – classe composta por 24 machos com RGS acima de 0,6 (gônadas em estádios mais avançados). (3) Frequência. (4) Porcentagem.



**Tabela 7.** Distribuições de frequência em peixes fêmeas para a variável número de células com núcleos morfológicamente alterados (NMA, em 3000) de acordo com a classe de relação gonadossomática (CLRGS), em Pacus (*Piaractus mesopotamicus*) capturados mensalmente no rio Aquidauana durante o ano de 2004.

| NMA   | CLRGS1 <sup>(1)</sup> |                    | CLRGS2 <sup>(2)</sup> |       | Total |       |
|-------|-----------------------|--------------------|-----------------------|-------|-------|-------|
|       | Freq. <sup>3</sup>    | Porc. <sup>4</sup> | Freq.                 | Porc. | Freq. | Porc. |
| 0     | 1                     | 6,25               | 1                     | 14,29 | 2     | 8,70  |
| 1     |                       |                    |                       |       |       |       |
| 2     |                       |                    |                       |       |       |       |
| 3     | 2                     | 12,50              |                       |       | 2     | 8,70  |
| 4     | 3                     | 18,75              |                       |       | 3     | 13,04 |
| 5     | 1                     | 6,25               | 1                     | 14,29 | 2     | 8,70  |
| 6     |                       |                    |                       |       |       |       |
| 7     | 2                     | 12,50              |                       |       | 2     | 8,70  |
| 8     |                       |                    | 1                     | 14,29 | 1     | 4,35  |
| 10    |                       |                    | 1                     | 14,29 | 1     | 4,35  |
| 11    |                       |                    |                       |       |       |       |
| 12    | 2                     | 12,50              | 2                     | 28,57 | 4     | 17,39 |
| 13    |                       |                    | 1                     | 14,29 | 1     | 4,35  |
| 14    | 1                     | 6,25               |                       |       | 1     | 4,35  |
| 15    | 1                     | 6,25               |                       |       | 1     | 4,35  |
| 18    | 1                     | 6,25               |                       |       | 1     | 4,35  |
| 20    |                       |                    |                       |       |       |       |
| 21    | 1                     | 6,25               |                       |       | 1     | 4,35  |
| 22    |                       |                    |                       |       |       |       |
| 25    |                       |                    |                       |       |       |       |
| 26    | 1                     | 6,25               |                       |       | 1     | 4,35  |
| Total | 16                    | 100                | 7                     | 100   | 23    | 100   |

(1) CLRGS1 – classe composta por 16 fêmeas com RGS abaixo de 7,0 (imaturas). (2) CLRGS2 – classe composta por sete fêmeas com RGS acima de 7,0 (gônadas em estádios mais avançados). (3) Frequência. (4) Porcentagem.





**Tabela 8.** Distribuições de frequência em peixes machos para a variável número de células com micronúcleos ou núcleos morfologicamente alterados (SOMA, em 3000) de acordo com a classe de relação gonadossomática (CLRGS), em Pacus (*Piaractus mesopotamicus*) capturados mensalmente no rio Aquidauana durante o ano de 2004.

| SOMA  | CLRGS1 <sup>(1)</sup> |                   | CLRGS2 <sup>(2)</sup> |       | Total |       |
|-------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------|-------|-------|
|       | Freq. <sup>3</sup>    | Porc <sup>4</sup> | Freq.                 | Porc. | Freq. | Porc. |
| 0     | 1                     | 3,85              | 2                     | 8,33  | 3     | 6,00  |
| 1     |                       |                   | 1                     | 4,17  | 1     | 2,00  |
| 2     | 2                     | 7,69              | 4                     | 16,67 | 6     | 12,00 |
| 3     | 3                     | 11,54             | 1                     | 4,17  | 4     | 8,00  |
| 4     | 1                     | 3,85              |                       |       | 1     | 2,00  |
| 5     | 3                     | 11,54             | 1                     | 4,17  | 4     | 8,00  |
| 6     | 5                     | 19,23             | 3                     | 12,50 | 8     | 16,00 |
| 7     |                       |                   |                       |       |       |       |
| 8     |                       |                   | 3                     | 12,50 | 3     | 6,00  |
| 9     |                       |                   |                       |       |       |       |
| 10    | 2                     | 7,69              |                       |       | 2     | 4,00  |
| 11    |                       |                   | 1                     | 4,17  | 1     | 2,00  |
| 12    | 1                     | 3,85              | 2                     | 8,33  | 3     | 6,00  |
| 13    | 3                     | 11,54             | 2                     | 8,33  | 5     | 10,00 |
| 14    | 1                     | 3,85              | 1                     | 4,17  | 2     | 4,00  |
| 15    | 1                     | 3,85              | 1                     | 4,17  | 2     | 4,00  |
| 16    |                       |                   | 1                     | 4,17  | 1     | 2,00  |
| 17    |                       |                   |                       |       |       |       |
| 18    |                       |                   |                       |       |       |       |
| 22    | 1                     | 3,85              | 1                     | 4,17  | 2     | 4,00  |
| 23    | 1                     | 3,85              |                       |       | 1     | 2,00  |
| 25    | 1                     | 3,85              |                       |       | 1     | 2,00  |
| 26    |                       |                   |                       |       |       |       |
| Total | 26                    | 100               | 24                    | 100   | 50    | 100   |

(1) CLRGS1 – classe composta por 26 machos com RGS abaixo de 0,6 (imaturos). (2) CLRGS2 – classe composta por 24 machos com RGS acima de 0,6 (gônadas em estádios mais avançados). (3) Frequência. (4) Porcentagem.

O fígado produz precursores gonadais de proteínas que liberam metabólitos potencialmente tóxicos que poderiam elevar a taxa de micronúcleos (Hughes & Hebert, 1991).

Entretanto, nos peixes capturados provavelmente não ocorreu influência de metabólicos endógenos tóxicos na taxa de micronúcleos produzidos durante os estádios de maturação gonadal.

Quanto aos núcleos morfologicamente alterados, os mesmos são considerados indicadores da presença de agentes genotóxicos. No presente trabalho as variações consistentes da forma elíptica do núcleo e os núcleos vacuolados com um orifício bem definido destituído de material visível que parece ser demarcado por uma membrana; similarmente aos micronúcleos não foi encontrada correlação com a maturação gonadal





**Tabela 9.** Distribuições de frequência em peixes fêmeas para a variável número de células com micronúcleos ou núcleos morfológicamente alterados (soma, em 3000) de acordo com a classe de relação gonadossomática (CLRGS), em Pacus (*Piaractus mesopotamicus*) capturados mensalmente no rio Aquidauana durante o ano de 2004.

| SOMA  | CLRGS1 <sup>(1)</sup> |                    | CLRGS2 <sup>(2)</sup> |       | Total |       |
|-------|-----------------------|--------------------|-----------------------|-------|-------|-------|
|       | Freq. <sup>3</sup>    | Porc. <sup>4</sup> | Freq.                 | Porc. | Freq. | Porc. |
| 0     | 1                     | 6,25               |                       |       | 1     | 4,35  |
| 1     |                       |                    | 1                     | 14,29 | 1     | 4,35  |
| 2     |                       |                    |                       |       |       |       |
| 3     | 2                     | 12,50              |                       |       | 2     | 8,70  |
| 4     | 2                     | 12,50              |                       |       | 2     | 8,70  |
| 5     | 1                     | 6,25               |                       |       | 1     | 4,35  |
| 6     | 1                     | 6,25               |                       |       | 1     | 4,35  |
| 7     | 1                     | 6,25               |                       |       | 1     | 4,35  |
| 8     | 1                     | 6,25               |                       |       | 1     | 4,35  |
| 9     |                       |                    | 1                     | 14,29 | 1     | 4,35  |
| 10    |                       |                    | 1                     | 14,29 | 1     | 4,35  |
| 11    |                       |                    |                       |       |       |       |
| 12    | 2                     | 12,50              | 2                     | 28,57 | 4     | 17,39 |
| 13    |                       |                    |                       |       |       |       |
| 14    | 1                     | 6,25               | 1                     | 14,29 | 2     | 8,70  |
| 15    |                       |                    | 1                     | 14,29 | 1     | 4,35  |
| 16    |                       |                    |                       |       |       |       |
| 17    | 1                     | 6,25               |                       |       | 1     | 4,35  |
| 18    | 1                     | 6,25               |                       |       | 1     | 4,35  |
| 22    | 1                     | 6,25               |                       |       | 1     | 4,35  |
| 23    |                       |                    |                       |       |       |       |
| 25    |                       |                    |                       |       |       |       |
| 26    | 1                     | 6,25               |                       |       | 1     | 4,35  |
| Total | 16                    | 100                | 7                     | 100   | 23    | 100   |

(1) CLRGS1 – classe composta por 16 fêmeas com RGS abaixo de 7,0 (imaturas). (2) CLRGS2 – classe composta por sete fêmeas com RGS acima de 7,0 (gônadas em estádios mais avançados). (3) Frequência.

(4) Porcentagem.

### Conclusões

Nas condições deste experimento não houve associação entre o desenvolvimento gonadal e a Frequência de micronúcleos e de núcleos morfológicamente alterados em eritrócitos de pacus (*Piaractus mesopotamicus*) capturados no rio Aquidauana.

### Referências

ATEEQ, B.; ABUL, FARAH, M.; NIAMAT, A. M.; AHMAD, W. Induction of micronuclei and erythrocyte alterations in the catfish *Clarias batrachus* by 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and butachlor. **Mutation Research**, v.518, n.2 p.135-144. 2002.

BORGHETTI, J.R.; CANZI, C. The effect of water temperature and feeding rate on the growth rate of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) raised in ages. **Aquaculture**, Amsterdam, v.114, p.93-101. 1993.

CAMPANA, M.A.; PANZERI, A.M.; MORENO, V.J.; DULOOT, F.N. Genotoxic evaluation of the pyrethroid lambda-cyhalothrin using the micronucleus test in erythrocytes of the fish *Cheirodon interruptus interruptus*. **Mutation Research**, v.438, p.155-161. 1999.

DE FLORA, S.; VIGANO, L.; AGOSTINI, F.D.; CAMOIRANO, A.; BAGNASCO, M.; BENNICELLI, C.; MELODIA, F.; ARILLO, A.



Multiple genotoxicity biomarkers in fish exposed in situ to polluted river water. **Mutation Research**, v.319, p.167-177. 1993.

GRISOLIA, C.K. A comparison between mouse and fish micronucleus test using cyclophosphamide, mitomycin C and various pesticides. **Mutation Research**, v.518, n.2, p.145-150. 2002.

HUGHES, J.B.; HEBERT, A.T. Erythrocyte micronuclei in winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus*): results of field surveys during 1980-1988 from Virginia to Nova Scotia and in long Island Sound. **Archives Environmental Contamination and Toxicology**, v.20, n.4 p.474-479. 1991.

LLORENTE, M.T.; MARTOS, A.; CASTANO, A. Detection of cytogenetic alterations and blood cell changes in natural populations of carp. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.11, n.1 p.27-34. 2002.

SAS INSTITUTE. **User's guide: statistical analysis system**. 5ed. Cary, NC: SAS Institute Inc. 956p. 1996.

VAZZOLER, A.E.M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá-PR, EDUEM/SBI/CNPQ/Nupelia, 169 p. 1996.

ZAR, J.H. **Bioestatistical analysis**. 2 ed. New Jersey: Prentice Hall, 1984. 718 p.