

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**Centro de Ciências Biológicas e da Saúde**  
**Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais**

**Hematologia, bioquímica do sangue, parasitologia, microbiologia,  
algas epizoárias e histopatologia de  
*Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812)  
(Testudinata, Chelidae), expostos a diferentes influências antrópicas  
no rio Uberabinha, Minas Gerais**

**Vera Lucia de Campos Brites**

**São Carlos – SP**  
**2002**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**Centro de Ciências Biológicas e da Saúde**  
**Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais**

**Hematologia, bioquímica do sangue, parasitologia, microbiologia,  
algas epizoárias e histopatologia de  
*Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812)  
(Testudinata, Chelidae), expostos a diferentes influências antrópicas  
no rio Uberabinha, Minas Gerais**

**VERA LUCIA DE CAMPOS BRITES**

Orientador: **DR. FRANCISCO TADEU RANTIN**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

São Carlos - SP  
2002

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

B862hb

Brites, Vera Lucia de Campos.

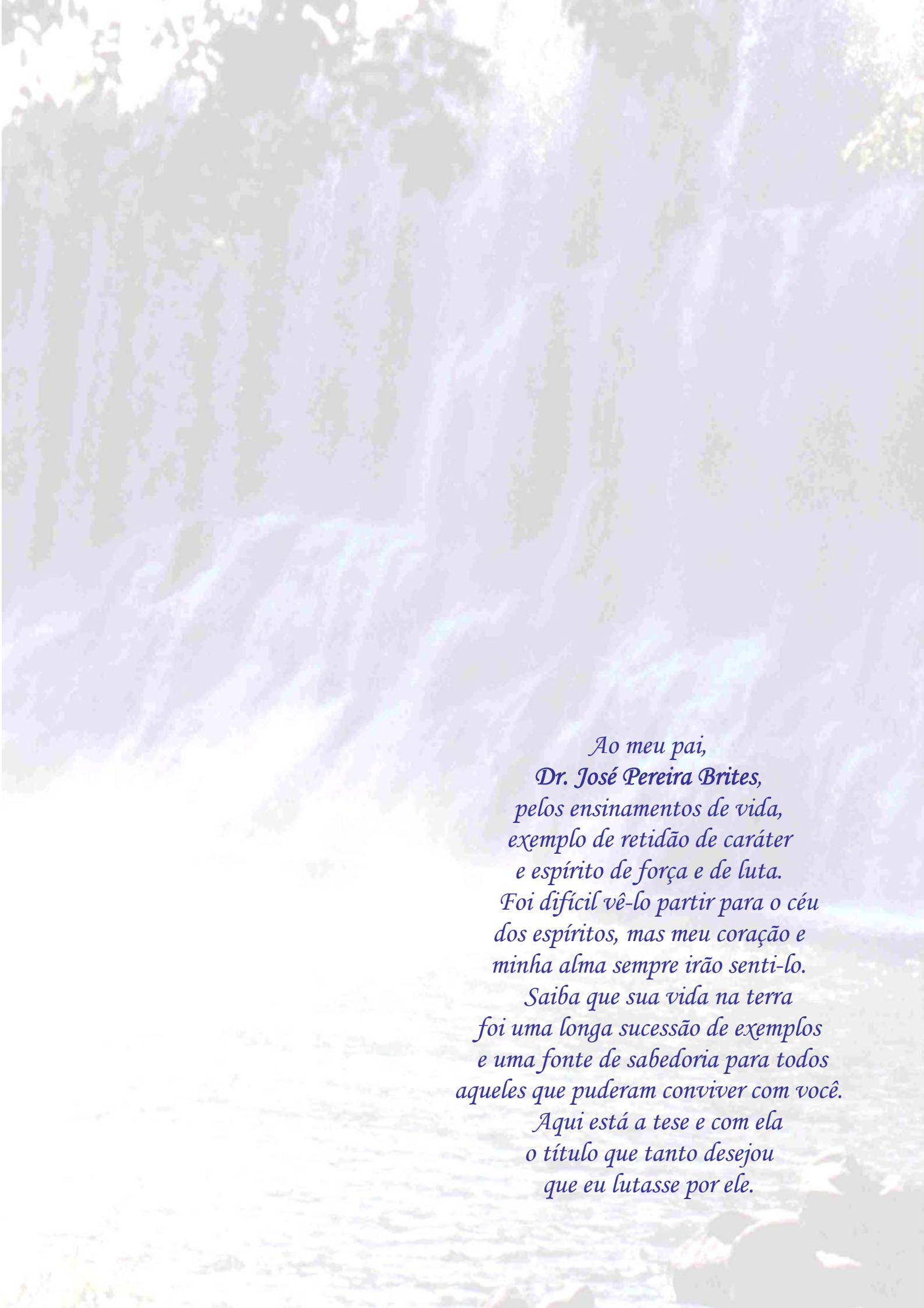
Hematologia, bioquímica do sangue, parasitologia, microbiologia, algas epizoárias e histopatologia de *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812) (Testudinata, Chelidae), expostos a diferentes influências antrópicas no rio Uberabinha, Minas Gerais / Vera Lucia de Campos Brites. -- São Carlos : UFSCar, 2002.

196 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2002.

1. Tartaruga. 2. *Phrynops geoffroanus*. 3. Bactérias. 4. Bioquímica. I. Título.

CDD: 597.92 (20<sup>a</sup>)



*Ao meu pai,  
Dr. José Pereira Brites,  
pelos ensinamentos de vida,  
exemplo de retidão de caráter  
e espírito de força e de luta.  
Foi difícil vê-lo partir para o céu  
dos espíritos, mas meu coração e  
minha alma sempre irão senti-lo.*

*Saiba que sua vida na terra  
foi uma longa sucessão de exemplos  
e uma fonte de sabedoria para todos  
aqueles que puderam conviver com você.*

*Aqui está a tese e com ela  
o título que tanto desejou  
que eu lutasse por ele.*



## **AGRADECIMENTOS**

---

Ao *Prof. Dr. Francisco Tadeu Rantin*, da Universidade Federal de São Carlos, pela orientação, apoio e oportunidade dadas para a realização deste trabalho e também pela amizade e pelos exemplos de dinamismo e dedicação ao ensino e à pesquisa científica.

Ao *Prof. Dr. Fernando Antonio Bauab*, pesquisador do Laboratório de Herpetologia e Animais Peçonhentos da Faculdade de Medicina de Catanduva, por ter-me iniciado na pesquisa em Herpetologia e pelo incentivo, apoio, auxílio e constante participação durante todas as etapas da elaboração do projeto e do desenvolvimento desta tese.

*In memoriam*

Ao farmacêutico *Yoshiaki Iwashima*, da Faculdade de Medicina de Catanduva, pelos ensinamentos e auxílios permanentes no desenvolvimento da experimentação microbiológica deste trabalho.

### **Universidade Federal de Uberlândia**

Aos *Profs. Drs. Gladstone Rodrigues da Cunha e Humberto Eustáquio Coelho*, Reitor e Pro-Reitor de Pesquisa e de Pós-graduação da Administração 1997-2000 da Universidade Federal de Uberlândia, pelo auxílio na obtenção da ampliação e infra-estrutura do Setor de Répteis.

Ao *Prof. Dr. Ivan Schiavini da Silva* pela caracterização vegetal das áreas de estudo.

Aos *Profs. Drs. Cecília Lomônaco de Paula e Ednaldo Carvalho Guimarães* pela orientação na estatística.

Aos *Profs. Drs. Adriano Rodrigues Santos, Alcina Maria Fonseca Xavier, Claudete Aparecida D. Baccaro, Efigênia Amorim, Humberto Eustáquio Coelho, José Romário Limaverde, Luiz Nishiyama, Mauro Batista Lucas e Oswaldo Marçal Junior*, pela leitura e sugestões de parte do manuscrito referente a áreas correlatas a de suas atuações.

Ao Prof. Dr. Antonio Giacomini Ribeiro e ao geógrafo Dr. Washington Luiz Assunção pelo fornecimento dos dados de climatologia, e ao geógrafo Celso Antonio Siqueira pela confecção dos mapas e pela aero-fotogrametria.

Aos técnicos, Srs. André Macedo Fonseca e Ildo Borges pelas análises físico-químicas da água do rio Uberabinha.

Ao Prof. Ms. Antonio Vicente Mundim, à bióloga Nilza Maria Pescumo Jensen e ao técnico Sebastião Firmiano Araújo pelo apoio na confecção e leitura parcial dos esfregaços de sangue.

Aos Profs. Dr. David George Francis e Neida Junqueira Matos pela revisão gramatical do inglês e português, respectivamente.

Aos laboratoristas do Setor de Répteis, Srs. José Arlindo Filho e Eduardo José Freitas pelo auxílio na manutenção dos cágados e em alguns dos trabalhos de campo.

Aos funcionários da Biblioteca, Gerlaine Araújo Silva, Lindomar Santos, Maria de Fátima Pereira, Maria Inês Bacckin, Mitiko Oda Cabral e Wilma Vieira da Silva pelos auxílios prestados.

### **Faculdade de Medicina de Catanduva**

Às Dras. Celina Santaella Rosa e Darcy Carlos Costa Cardoso pela contribuição na leitura das lâminas de histopatologia, e à Dra. Márcia Coneglian pela contribuição na hematologia.

Aos técnicos Sr. Mayrto Roberis Geromel pela confecção das lâminas de histologia, Sr. Paulo Antonio Gonçalves pela contribuição nas análises microbiológicas, e Sr. João Carlos Duran Rodrigues pelo auxílio na captura dos cágados.

### **Universidade Federal de São Carlos**

À Profª. Dra. Odete Rocha pelas sugestões da metodologia e orientação de bibliografia referentes aos estudos da água e sedimento do rio Uberabinha.

Ao Prof. Dr. Armando Augusto H. Vieira pela identificação da alga epizoária.

## **Universidade de São Paulo**

À *Profa. Dra. Erika Schlenz* pela identificação das sanguessugas.

### **Museo Argentino de Ciencias Naturales ” Bernardino Rivadavia”- Buenos Aires**

Ao *Prof. Dr. Juan Carlos Troiano* pelas informações hematológicas e apoio bibliográfico.

#### **Aos meus ex-orientados do Curso de Ciências Biológicas – UFU:**

*Profa. Dra. Wania Aparecida Partata*, da Universidade Federal de Porto Alegre, *Ms. William Marcos da Silva*, *Ms. Renato Gomes Faria* e *Adelheid Sandoz*, pelos auxílios na obtenção de literaturas.

**Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA** (Escritório Regional de Uberlândia e Superintendência Estadual de Minas Gerais) pelo apoio a esta pesquisa e autorização para a captura dos cágados.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior** – Programa Institucional de Capacitação Docente e Técnica (CAPES – PICDT) pela concessão da Bolsa de Pós-graduação.

**Aos amigos de todos os momentos**, *Juan*, *Sebastian*, *Joseph* e *Benedito* pelo constante apoio nas dificuldades enfrentadas.

**A todos que, direta ou indiretamente**, contribuíram para a execução deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

---

RESUMO GERAL - - - - -	xv
GENERAL ABSTRACT - - - - -	xviii
INTRODUÇÃO GERAL - - - - -	1
CAPÍTULO 1: Avaliação física, química e microbiológica da água e dos resíduos organoclorados do sedimento do rio Uberabinha em duas áreas sob diferentes influências antrópicas - - - - -	6
RESUMO . . . . .	7
INTRODUÇÃO . . . . .	8
ÁREA DE ESTUDO . . . . .	9
1. Características gerais . . . . .	9
2. Descrição das áreas estudadas . . . . .	10
MATERIAIS E MÉTODOS . . . . .	18
1. Períodos de amostragens . . . . .	18
2. Métodos de amostragens . . . . .	18
2.1. Água . . . . .	18
2.2. Sedimento. . . . .	19
3. Variáveis climatológicas . . . . .	20
4. Velocidade superficial instantânea da água. . . . .	20
5. Parâmetros físicos e químicos . . . . .	21
5.1. Condutividade elétrica, sólidos dissolvidos, temperatura da água. . . . .	21
5.2. Potencial hidrogeniônico. . . . .	21
5.3. Transparência da água . . . . .	21
5.4. Fosfato total, nitratos, nitritos, nitrogênio amoniacal, oxigênio dissolvido, sólidos suspensos, turbidez. . . . .	21
6. Parâmetros microbiológicos . . . . .	21
7. Defensivos agrícolas . . . . .	22
8. Análise estatística. . . . .	22
RESULTADOS . . . . .	23
1. Temperatura e umidade relativa do ar. . . . .	23
2. Velocidade superficial instantânea e transparência da água. . . . .	24
3. Condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos . . . . .	25
4. Temperatura da água . . . . .	26
5. Potencial hidrogeniônico e turbidez. . . . .	26
6. Sólidos suspensos e oxigênio dissolvido. . . . .	27
7. Fosfato total e nitrogênio amoniacal. . . . .	28
8. Nitratos e nitritos. . . . .	29
9. Análises estatísticas. . . . .	29
10. Microbiologia . . . . .	30
11. Defensivos agrícolas . . . . .	32
DISCUSSÃO . . . . .	34
1. Variáveis climatológicas e parâmetros físicos e químicos da água . . . . .	34
2. Parâmetros microbiológicos . . . . .	40
3. Defensivos agrícolas . . . . .	43

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49
CAPÍTULO 2: Aspectos morfométricos de duas subpopulações de <i>Phrynops geoffroanus</i> do rio Uberabinha, MG -----	55
RESUMO .....	56
INTRODUÇÃO .....	57
MATERIAL E MÉTODOS .....	58
RESULTADOS .....	61
DISCUSSÃO .....	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	70
CAPÍTULO 3: Microbiota e algas epizoárias em duas subpopulações de <i>Phrynops geoffroanus</i> do rio Uberabinha, MG -----	72
RESUMO .....	73
INTRODUÇÃO .....	74
MATERIAL E MÉTODOS .....	75
RESULTADOS .....	76
DISCUSSÃO .....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	86
CAPÍTULO 4: Haemogregarinidae (Apicomplexa) e Glossiphoniidae (Hirudinea) em <i>Phrynops geoffroanus</i> do rio Uberabinha, MG -----	91
RESUMO .....	92
INTRODUÇÃO .....	93
MATERIAL E MÉTODOS .....	94
RESULTADOS .....	95
DISCUSSÃO .....	97
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	100
CAPÍTULO 5: Hematologia comparativa de <i>Phrynops geoffroanus</i> sob diferentes influências antrópicas no rio Uberabinha, MG -----	102
RESUMO .....	103
INTRODUÇÃO .....	104
MATERIAL E MÉTODOS .....	105
RESULTADOS .....	107
DISCUSSÃO .....	110
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	123
CAPÍTULO 6: Observações das necrópsias e alterações histológicas nos diversos órgãos de <i>Phrynops geoffroanus</i> do rio Uberabinha expostos a diferentes condições ambientais -----	128

RESUMO .....	129
INTRODUÇÃO .....	130
MATERIAL E MÉTODOS .....	132
RESULTADOS .....	134
DISCUSSÃO .....	143
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	148
CAPÍTULO 7: Bioquímica sangüínea de <i>Phrynops geoffroanus</i> sob diferentes influências antrópicas no rio Uberabinha, MG -----	151
RESUMO .....	152
INTRODUÇÃO .....	153
MATERIAL E MÉTODOS .....	155
RESULTADOS .....	158
DISCUSSÃO .....	166
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	189
CONCLUSÕES GERAIS -----	194

## LISTA DE TABELAS

---

<b>Tabela 1.1 -</b>	Médias e desvios padrão das variáveis climatológicas e dos parâmetros físicos e químicos da água do rio Uberabinha com respectivos valores de T (teste de Wilcoxon) e de P (nível de significância). . . . .	30
<b>Tabela 1.2 -</b>	Números e porcentagens de ocorrência das espécies de bactérias nas duas áreas do rio Uberabinha . . . . .	31
<b>Tabela 1.3 -</b>	Quantidade de defensivos agrícolas ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ) no sedimento nas duas áreas do rio Uberabinha . . . . .	32
<b>Tabela 1.4 -</b>	Teores de matéria orgânica, umidade relativa e valores do potencial hidrogeniônico no sedimento das duas áreas do rio Uberabinha . . . . .	33
<b>Tabela 2.1 -</b>	Médias, desvios padrão e amplitude das variáveis morfológicas de machos e fêmeas das Áreas 1 e 2 do rio Uberabinha. Medidas lineares são mostradas em milímetros e a massa em gramas . . . . .	63
<b>Tabela 2.2 -</b>	Análise de variância (ANOVA para dois fatores: áreas e sexo), relativas aos caracteres morfológicos de <i>Phrynos geoffroanus</i> coletados no rio Uberabinha, Uberlândia, MG . . . . .	64
<b>Tabela 2.3 -</b>	Três primeiros componentes principais da matriz de correlação das variáveis morfológicas de <i>Phrynos geoffroanus</i> capturados nas duas áreas do rio Uberabinha, Uberlândia, MG . . . . .	65
<b>Tabela 3.1 -</b>	Quantidade de microorganismos por espécies identificadas na cavidade oral (O), cloaca (C) e tegumento do pescoço (T) dos machos e fêmeas dos <i>Phrynos geoffroanus</i> das Áreas 1 (agropecuária) e 2 (urbana) do rio Uberabinha . . . . .	76
<b>Tabela 3.2 -</b>	Porcentagem de espécies de microorganismos da cavidade oral, cloaca e tegumento de <i>Phrynos geoffroanus</i> procedentes das duas áreas do rio Uberabinha. . . . .	77
<b>Tabela 3.3 -</b>	Comparação entre os microorganismos isolados nos <i>Phrynos geoffroanus</i> e na água do rio Uberabinha . . . . .	78
<b>Tabela 4.1 -</b>	Quantidade e porcentagem da sanguessuga <i>Placobdella bistrinata</i> nas respectivas formas encontradas (jovens, adultos e adultos incubando crias) nos cinco machos e nas quatro fêmeas de <i>Phrynos geoffroanus</i> parasitados. . . . .	95

<b>Tabela 5.1 -</b>	Médias, desvios padrão e amplitude de variação dos parâmetros hematológicos do sangue de <i>Phrynops geoffroanus</i> (Área 1- predomínio agropecuário, Área 2 - predomínio urbano). . . . .	107
<b>Tabela 5.2 -</b>	Médias, desvios padrão e amplitude de variação dos hemogramas do sangue de <i>Phrynops geoffroanus</i> (Área 1- predomínio agropecuário, Área 2 - predomínio urbano). . . . .	108
<b>Tabela 5.3 -</b>	Análises de variância (ANOVA para dois fatores: área, sexo) relativa aos parâmetros hematológicos dos <i>Phrynops geoffroanus</i> . . . . .	109
<b>Tabela 6.1 -</b>	Principais alterações histopatológicas observadas em alguns órgãos dos <i>Phrynops geoffroanus</i> . . . . .	136
<b>Tabela 6.2 -</b>	Médias e desvios padrão da massa corpórea e do tecido adiposo, volume e massa do sangue, e das porcentagens do tecido adiposo e massa de sangue em relação à massa corpórea dos <i>Phrynops geoffroanus</i> do rio Uberabinha. . . . .	141
<b>Tabela 7.1 -</b>	Amostras de soro, métodos e equipamentos utilizados na realização dos testes bioquímicos. . . . .	157
<b>Tabela 7.2 -</b>	Médias, desvios padrão e amplitude de variação dos fatores de coagulação, do pH e dos eletrólitos do sangue dos <i>Phrynops geoffroanus</i> das duas áreas do rio Uberabinha. . . . .	158
<b>Tabela 7.3 -</b>	Análise de variância (ANOVA para dois fatores: área e sexo), relativa aos fatores de coagulação, ao pH e aos eletrólitos do sangue dos <i>Phrynops geoffroanus</i> . . . . .	158
<b>Tabela 7.4 -</b>	Médias, desvios padrão e amplitude de variação da série bioquímica dos <i>Phrynops geoffroanus</i> . . . . .	159
<b>Tabela 7.5 -</b>	Análises de variância (ANOVA para dois fatores: área, sexo), relativas à série bioquímica do sangue dos <i>Phrynops geoffroanus</i> . . . . .	160
<b>Tabela 7.6 -</b>	Médias, desvios padrão e amplitude de variação das proteínas do sangue dos <i>Phrynops geoffroanus</i> . . . . .	162
<b>Tabela 7.7 -</b>	Análise de variância (ANOVA para dois fatores: área, sexo), relativa às proteínas do sangue dos <i>Phrynops geoffroanus</i> . . . . .	162



## LISTA DE FIGURAS

---

<b>Figura 1.1</b> -	Bacias hidrográficas das zonas geográficas do Triângulo e Alto Paranaíba, Minas Gerais . . . . .	11
<b>Figura 1.2</b> -	Localização das áreas de estudo . . . . .	12
<b>Figura 1.3</b> -	Aerofotografia parcial do município de Uberlândia evidenciando a ocupação do solo (A- Área 1. B- Eclusa. C- Área 2). . . . .	13
<b>Figura 1.4</b> -	Eclusa no leito do rio Uberabinha nas dependências do Praia Clube . . . . .	14
<b>Figura 1.5</b> -	Rio Uberabinha -Área 1 (agropecuária): A-Vista parcial dos locais de coleta das amostras de água, do sedimento e dos cágados. B- Foz do ribeirão Bom Jardim (BJ) com o rio Uberabinha (seta). Área 2 (urbana): C- Vista parcial dos locais de coleta das amostras de água, do sedimento e dos cágados. D- Galerias de escoamento da água dos córregos. E- Reator com filtro biológico lançando resíduos no rio. . . . .	17
<b>Figura 1.6</b> -	Draga utilizada na coleta de amostras de sedimento do rio Uberabinha . . . . .	19
<b>Figura 1.7</b> -	Gráfico ombrotérmico de Uberlândia (dezembro de 1999 a janeiro 2001) . . . . .	23
<b>Figura 1.8</b> -	Temperatura do ar nas duas áreas do rio Uberabinha . . . . .	23
<b>Figura 1.9</b> -	Umidade relativa do ar nas duas áreas do rio Uberabinha . . . . .	23
<b>Figura 1.10</b> -	Temperatura e umidade relativa do ar durante a semana que precedeu cada coleta de água para as análises físicas e químicas . . . . .	24
<b>Figura 1.11</b> -	Velocidade instantânea da água nas duas áreas do rio Uberabinha . . . . .	25
<b>Figura 1.12</b> -	Transparência da água nas duas áreas do rio Uberabinha. . . . .	25
<b>Figura 1.13</b> -	Condutividade elétrica da água nas duas áreas do rio Uberabinha . . . . .	25
<b>Figura 1.14</b> -	Sólidos totais dissolvidos da água nas duas áreas do rio Uberabinha . . . . .	25
<b>Figura 1.15</b> -	Temperatura da água nas duas áreas do rio Uberabinha . . . . .	26

<b>Figura 1.16 -</b>	Temperatura do ar mensal, temperatura do ar e da água nas duas áreas do rio Uberabinha . . . . .	26
<b>Figura 1.17 -</b>	Potencial hidrogeniônico da água nas duas áreas do rio Uberabinha . . . . .	27
<b>Figura 1.18 -</b>	Turbidez da água nas duas áreas do rio Uberabinha . . . . .	27
<b>Figura 1.19 -</b>	Sólidos suspensos da água nas duas áreas do rio Uberabinha . . . . .	28
<b>Figura 1.20 -</b>	Oxigênio dissolvido da água nas duas áreas do rio Uberabinha . . . . .	28
<b>Figura 1.21 -</b>	Fosfato total da água nas duas áreas do rio Uberabinha . . . . .	28
<b>Figura 1.22 -</b>	Nitrogênio amoniacal da água nas duas áreas do rio Uberabinha . . . . .	28
<b>Figura 1.23 -</b>	Nitratos da água nas duas áreas do rio Uberabinha . . . . .	29
<b>Figura 1.24 -</b>	Nitritos da água nas duas áreas do rio Uberabinha . . . . .	29
<b>Figura 1.25 -</b>	Porcentagem de espécies de bactérias por amostras nas duas áreas do rio Uberabinha . . . . .	30
<b>Figura 2.1 -</b>	A-Armadilha tipo covó utilizada na captura dos cágados. B- Tanques para alojamento. C- Placa metálica de identificação fixada no escudo marginal látero posterior da carapaça. D- Dispositivo para as medidas da carapaça e plastrão. . . . .	59
<b>Figura 2.2 -</b>	<i>Phrynops geoffroanus</i> . Fêmea: A- Vista ventral evidenciando o plastrão plano. B- Distância entre a abertura cloacal-extremidade da cauda (Dis). Macho: C- Concavidade do plastrão (Con). D- Distância entre a abertura cloacal-extremidade da cauda. . . . .	62
<b>Figura 3.1 -</b>	Microorganismos em <i>Phrynops geoffroanus</i> : A- <i>Actinomyces</i> sp, <i>Staphylococcus aureus</i> (seta). B- <i>Clostridium</i> sp. C- <i>Candida</i> sp (esferas claras), <i>Staphylococcus aureus</i> (azul). Água do rio: D- <i>Chromobacter violaceum</i> . E- <i>Clostridium sporogenes</i> . F- Formas encapsuladas de <i>Escherichia coli</i> . . . . .	79
<b>Figura 3.2 -</b>	Aspecto e distribuição da alga <i>Basycladia chelonum</i> em carapaça de <i>Phrynops geoffroanus</i> . . . . .	80

<b>Figura 4.1 -</b>	<i>Phrynos geoffroanus</i> . Punção do seno retroorbital segundo a técnica de Riley.....	94
<b>Figura 4.2 -</b>	Esfregaço sangüíneo de <i>Phrynos geoffroanus</i> . <b>A-</b> Gametócito intraeritrocitário de Haemogregarinidae (H) deslocando o núcleo (N) para a periferia. <b>B-</b> Eritrócito (E) com inclusão de corpúsculo indefinido (C). . . . .	96
<b>Figura 5.1 -</b>	Plastrão de <i>Phrynos geoffroanus</i> . <b>A-</b> Perfuração do plastrão. <b>B-</b> Punção cardíaca . . . . .	105
<b>Figura 5.2 -</b>	Leucócitos de <i>Phrynos geoffroanus</i> . <b>A-</b> Grupo de linfócitos (L). <b>B-</b> Neutrófilos (N). <b>C-</b> Heterófilos (H) . . . . .	107
<b>Figura 6.1 -</b>	Necropsia de <i>P. geoffroanus</i> : <b>A-</b> Espécime da área de predomínio agropecuário. <b>B-</b> Espécime da área urbanizada. Músculos (m). Depósito de tecido adiposo (TA). . . . .	134
<b>Figura 6.2 -</b>	Cortes histológicos em <i>Phrynos geoffroanus</i> da área urbanizada: <b>A-</b> Baço com formação característica de célula gigante e reação de corpo estranho englobando estrutura sugestiva de trematódeo circundada por focos de infiltrado inflamatório (ii). <b>B-</b> Pâncreas com célula gigante envolvendo larva de trematódeo com reação de corpo estranho e infiltrado inflamatório (ii). <b>C-</b> Parede intestinal espessada na sub-mucosa (SM) com reação inflamatória aguda (ii) e larva de helminto ao centro. Mucosa sem alterações aparentes (M). <b>D-</b> Zona cortical de rim (ZC) com célula gigante envolvendo estrutura característica de trematódeo, circundada por focos de infiltrado inflamatório (ii). Glomérulos (G) . . . . .	135
<b>Figura 6.3 -</b>	Cortes histológicos em <i>P. geoffroanus</i> da área urbanizada. <b>A-</b> Timo com pigmentos (P) entre os folículos linfóides (FL). <b>B-</b> Tireóide com indicativo de hiperfunção com folículos (F) repletos de colóide denso com vacúolos periféricos (V) . . . . .	137
<b>Figura 6.4 -</b>	Corte histológico em <i>Phrynos geoffroanus</i> . <b>A-</b> Alvéolo pulmonar normal (AN) e alvéolos dilatados (AD) em espécime da área agropecuária. <b>B-</b> Alvéolos pulmonares com formações cartilagosas (FC) em espécime da área urbanizada. <b>C-</b> Septos interalveolares espessados com exsudato inflamatório neutrofilico delimitado pelas setas. . . . .	137

<b>Figura 6.5 -</b>	Cortes histológicos em <i>Phrynops geoffroanus</i> - Área agropecuária: <b>A-</b> Pigmentos de hemossiderina (H) nos sinusóides englobados por células de Küpffer. <b>B:</b> Concentrações de glicogênio (G). Área urbanizada: <b>C-</b> Inclusões de hemossiderina (H) e pigmentos tipo hemozoina (Hz). <b>D-</b> concentrações de glicogênio(G). . . . .	138
<b>Figura 6.6 -</b>	Cortes histológicos em <i>Phrynops geoffroanus</i> . <b>A-</b> Infiltrado mononuclear focal reacional (ii) ao lado de ramo venoso (RV). A cápsula está indicada na seta C. <b>B-</b> Hepatite focal delimitada por setas, com infiltrado mononuclear (ii) e reação de corpo estranho (R) próximo a vasos (V) contendo células inflamatórias (Ci). . . . .	139
<b>Figura 6.7 -</b>	Cortes histológicos em <i>Phrynops geoffroanus</i> . <b>A-</b> Pancreatite com infiltrado inflamatório linfocitário (ii). <b>B-</b> Corte de baço evidenciando a presença de pigmentos tipo hemozoina (P) . . . . .	139
<b>Figura 6.8 -</b>	Cortes histológicos em <i>Phrynops geoffroanus</i> . <b>A-</b> Infiltrado inflamatório mononuclear (ii) na mucosa do estômago. <b>B-</b> infiltrado inflamatório focal na mucosa do intestino (ii), com atrofia glandular (AG). Estrutura glandular íntegra (G) . . . . .	140
<b>Figura 6.9 -</b>	Cortes histológicos em <i>Phrynops geoffroanus</i> : <b>A-</b> pielonefrite focal com infiltrado mononuclear (ii) nos intestícios dos túbulos (T). <b>B-</b> Nefrite difusa com vasos dilatados (V) contendo células inflamatórias no interior (Ci). Infiltrado inflamatório mononuclear (ii). . . . .	140
<b>Figura 6.10 -</b>	Cortes histológicos em <i>Phrynops geoffroanus</i> . <b>A-</b> Testículo evidenciando os túbulos seminíferos (TS) com células de linhagem espermatogênicas em diferentes estágios de maturação (Ce). <b>B-</b> Infiltrado inflamatório focal no coreom da mucosa da bexiga (ii). . . . .	141
<b>Figura 7.1-</b>	Glicemia dos <i>Phrynops geoffroanus</i> obtida após a captura . . . . .	160
<b>Figura 7.2 -</b>	Médias e desvios padrão relativos à curva glicêmica padrão realizada nos <i>Phrynops geoffroanus</i> após duas semanas de permanência no Setor de Répteis-UFU. . . .	161
<b>Figura 7.3 -</b>	Médias e desvios padrão relativos à curva glicêmica sob efeito de epinefrina realizada nos <i>Phrynops geoffroanus</i> duas semanas após a curva glicêmica padrão . . . . .	161

- Figura 7.4 -** **A-**Eletroferograma padrão para machos e fêmeas de *P. geoffroanus* da área agropecuária. **B-** Perfil eletroforético indicativo de pielonefrite. **C-** Perfil eletroforético característico de pancreatite.. . . . . 163  
 . . . . .
- Figura 7.5 -** Área 1: **A-** Perfil eletroforético padrão para machos e fêmeas de *Phrynops geoffroanus* da área urbanizada. **B-** Perfil eletroforético de espécime macho, sugestivo de distúrbios funcionais sem características patológicas. **C-** Perfil eletroforético de espécime macho, indicativo de alterações hepáticas e pancreáticas.. . . . . 164
- Figura 7.6 -** Perfil eletroforético dos distúrbios funcionais com características de patologia em fêmeas de *P. geoffroanus* da área urbanizada. **A-** Eletroferograma sugestivo de alterações patológicas de maior intensidade. **B-** Eletroferograma indicativo de alterações patológicas discretas. . . . . 164

## RESUMO GERAL

---

Foram realizados estudos comparativos da morfometria, microbiologia, hematologia, bioquímica do sangue, histopatologia, e pesquisa de hematozoários, de ectoparasitos e de algas epizoárias entre duas subpopulações do cágado *Phrynops geoffroanus* capturadas em duas áreas do rio Uberabinha com diferentes usos do solo no entorno, uma área com predomínio agropecuário (18°58'35"S e 48°17'11"W) e uma outra com predomínio urbano (18°55'10"S e 48°18'09"W). De dezembro de 1999 a janeiro de 2001 foram realizados trabalhos de campo e de laboratório, tendo-se caracterizado as duas áreas quanto ao relevo, composição da flora nas margens do rio, temperatura e umidade relativa do ar, microbiologia e vários parâmetros físicos e químicos da água e dos resíduos de defensivos agrícolas organoclorados no sedimento do rio. Para testar as diferenças entre as áreas foram utilizadas as amostragens de duas variáveis climáticas, de doze parâmetros físicos e químicos e de velocidade instantânea da água, utilizando-se o teste de Wilcoxon com nível de significância de 5%. Foram constatadas diferenças significativas na umidade relativa do ar, nos sólidos totais dissolvidos, nos sólidos suspensos, na condutividade elétrica, na temperatura, na transparência, nos nitritos e na turbidez da água do rio. A área urbanizada apresentou menor conservação da vegetação das margens, umidade relativa do ar mais baixa, água com maiores concentrações de sólidos totais dissolvidos, de sólidos suspensos, de nitritos, maior condutividade elétrica, menor transparência, maior turbidez, maior variedade de microorganismos e de resíduos organoclorados, e na área agropecuária os índices de transheptaclor, endossulfan e atrazina foram mais elevados. Os cinquenta e oito *P. geoffroanus* foram capturados em janeiro de 2000, sendo 16 machos e 16 fêmeas procedentes da área de predomínio urbano e 12 machos e 14 fêmeas da área de predomínio agropecuário. Utilizou-se em cada área duas armadilhas tipo covó contendo peixes, vísceras de frango e coração bovino como iscas. Transportados para o Setor de Répteis da Universidade Federal de Uberlândia foram sexados, marcados individualmente e alojados em tanques de alvenaria. Foram coletados os ectoparasitos, as amostras das algas epizoárias da carapaça e as amostras de sangue para a determinação da glicemia. Em seguida, foram obtidos os dados morfométricos e da massa corpórea dos *P. geoffroanus* coletando-se novas amostras de sangue destinadas às investigações de hematozoários, às análises hematológicas, aos testes de bioquímica

do sangue, à determinação das curvas glicêmicas e às eletroforeses de proteínas. Posteriormente, foram sacrificados por decapitação três machos e três fêmeas de cada subpopulação objetivando-se as observações macroscópicas dos órgãos e a confecção das lâminas para os estudos histopatológicos, sendo todos os exames de sangue realizados durante o verão. A análise de 15 caracteres morfométricos e da massa corpórea (ANOVA e ACP, nível de significância de 5%) evidenciou um acentuado dimorfismo sexual, sendo que as diferentes condições ambientais a que as duas subpopulações estavam expostas não interferiram no tamanho e na forma dos cágados. As análises microbiológicas de amostras coletadas na cavidade oral, na cloaca e no tegumento do pescoço dos *P. geoffroanus* mostraram que a subpopulação da área urbana tem maior proporção de microorganismos em relação aos da área agropecuária ( $\chi^2 = 31,0$ ;  $P < 0,001$ ), não tendo ocorrido diferença significativa entre as partes do corpo em relação às áreas ( $\chi^2 = 0,017$ ;  $P > 0,05$ ), sendo que nas duas áreas, a cavidade oral dos cágados foi a mais infectada ( $\chi^2 = 1,5897$ ;  $P < 0,05$ ). Nas duas subpopulações, o número de espécies de microorganismos isolados nos cágados foi superior ao número de espécies encontradas na água do rio, com pouca diferença na área mais urbanizada, embora nesta área tenha ocorrido maior diversidade de microorganismos, tanto na água quanto nos cágados. Maior porcentagem de ocorrência da alga *Basycladia chelonum* na carapaça dos cágados foi verificada na área de predomínio urbano (43,8%) em relação aos da área de predomínio agropecuário (30,8%). Nos esfregaços sangüíneos foram encontrados gametócitos intraeritrocitários de hemogregarinas em 27,6% dos *P. geoffroanus*, com maior predominância nos da área urbanizada. Ectoparasitismo por sanguessugas *Placobdella bistrata* foi constatado somente em espécimes da área urbanizada, sendo que dos nove cágados, seis estavam também infectados por hemogregarinas. Dos *P. geoffroanus* necropsiados, os da área agropecuária apresentaram menores quantidades de tecido adiposo de reserva, músculos esqueléticos mais compactos e com coloração mais avermelhada e dilatação de alguns alvéolos pulmonares, indicando serem mais ativos em relação aos da área urbanizada. As análises histopatológicas evidenciaram maior número de alterações nos espécimes da área urbanizada, tendo-se verificado a ocorrência de edema discreto no encéfalo e no coração, alvéolos pulmonares com formações cartilaginosas e pneumonia focal; fígado, pâncreas, baço, rins e estômago com infiltrado inflamatório e cistos com

larvas sugestivas de trematódeos; fígado e baço com hemossiderose. Os dados de hematologia e de bioquímica do sangue foram analisados por análise de variância (ANOVA, nível de significância de 5%) para teste de hipótese e teste de médias (teste de Tukey) para verificar diferenças entre as médias. Diferenças significativas em relação ao sexo foram obtidas em 50% dos parâmetros sanguíneos (número de leucócitos, porcentagem de eosinófilos, hemoglobina, ferro, fósforo, hemoglobina corpuscular média, concentração de hemoglobina corpuscular média, tempo de protrombina, fibrinogênio, cálcio ionizável, proteínas totais, albumina, alfa 1, alfa 2, gama globulina, frações HDL e VLDL de colesterol, triglicérides, creatina quinase, gama glutamil transferase, amilase, lipase, ácido úrico, cloreto e magnésio). Em relação à área, 88% dos parâmetros foram estatisticamente significativos (número de eritrócitos, leucócitos, eosinófilos, monócitos, heterófilos, azurófilos, hemoglobina, hematócrito, hemoglobina corpuscular média e todos os parâmetros bioquímicos, exceto para o tempo de coagulação do sangue). Na interação área-sexo, 16% diferiram significativamente (hemoglobina corpuscular média, concentração de hemoglobina corpuscular média, número de leucócitos, albumina transferase, ácido úrico, beta globulina, ferro e magnésio). O impacto decorrente da intervenção humana pelos diferentes usos do solo aparentemente causou degradações ambientais, determinando diferenças significativas na maioria dos resultados hematológicos e bioquímicos do sangue dos cágados do rio Uberabinha. Estes resultados, associados as histopatologias, ao parasitismo e à microbiologia encontrada nestes cágados, indicam que as condições ambientais, especialmente as relacionadas ao ecossistema aquático, interferem na fisiologia, podendo comprometer a saúde destes animais. Embora os intervalos de referência do hemograma, do perfil eletroforético e bioquímica do sangue sejam uma importante ferramenta no monitoramento da saúde e no diagnóstico de doenças nos animais, eles não podem ser considerados padrão para esta espécie, cuja distribuição geográfica é ampla, podendo estes cágados habitar lagoas, riachos e rios com características hidrogeoquímicas muito diversificadas.

**Palavras chaves:** *Phrynosops geoffroanus*, contaminação ambiental, morfometria, bactéria, algas epizoárias, parasitismo, hematologia, histopatologia, bioquímica clínica.



## GENERAL ABSTRACT

---

Comparative studies of morphometry, microbiology, hematology, blood biochemistry, histopathology, hematozoary research, ectoparasites and epizoary algae were performed between two subpopulations of the freshwater turtle *Phrynops geoffroanus* captured in two areas of the Uberabinha River. One area drains regional agriculture (18°58'35"S and 48°17'11"W), while the second is predominantly urban (18°5'10"S and 48°18'09"W). From December, 1999 to January 2001, field and laboratory work were accomplished characterizing the two areas as to the geographical relief, the plant life on the river margins, the air temperature and relative humidity, microbiology and several physical-chemical parameters of the water and residues of organochlorine (agricultural chemical) from the river sediment. To test differences between the two areas, climatic data, twelve physical-chemical parameters and water instantaneous speed were analyzed using the Wilcoxon test at a 5% significance level. Significant differences in the relative humidity of the air, total dissolved solids, suspended solids, electric conductivity, temperature, transparency, nitrites and turbidity of the river water were all verified. The urbanized area presented smaller conservation in the margins vegetation, lowest air relative humidity, water with larger concentrations of total dissolved solids, suspended solids, nitrite, larger electric conductivity, smaller transparency, larger turbidity, larger variety of microorganisms and organochlorate residues, being that the transheptachlor, endossulfan and atrazine indexes were higher in the agricultural area. The different human-related influences on soil use were reflected in the composition of the flora on the river's margins and in the aquatic ecosystem, resulting in high levels mainly of phosphate, nitrogen, atrazine, transheptachlor, endosulfan and BHC, as well as water bacterial contamination. The fifty eight *P. geoffroanus* were captured in January of 2000, being 16 males and 16 females coming from the urban area and 12 males and 14 females from the agricultural area. To collect the *Phrynops* two funnel traps were used containing fish, chicken viscera and bovine heart as bait. The *Phrynops* were transported to the Reptiles Section at the Federal University of Uberlândia where they were sexed, marked individually and housed in concrete tanks. The ectoparasites and samples of the algae attached to the shells were collected and preserved. Blood samples were drawn for the glicemia determination. The morphometric data and the blood sample for hematozoary

investigations together with hematological and biochemical blood analyses were also obtained from the turtles. Later, three males and three females from each subpopulation were sacrificed by decapitation for macroscopic analysis of the organs and histopathological studies. All the blood tests were performed during the summer. Analysis of the 15 morphometric characters and of the body mass data (ANOVA and ACP, 5% significance level) evidenced an accentuated sexual dimorphism; however, the different environmental conditions to which the two subpopulations were exposed didn't interfere in the size or in the form of the turtles. The microbiological analysis of the samples collected from the oral cavity, cloaca and the neck folds showed that the subpopulation from the urban area had a larger proportion of microorganisms in relation to that of the agricultural area ( $\chi^2 = 31,0$ ;  $P < 0,001$ ). There were no significant differences among the proportions of microorganisms on body parts in relation to the geographical areas ( $\chi^2 = 0,017$ ;  $P > 0,05$ ). In both sample the oral cavity was the most infected ( $\chi^2 = 1,5897$ ;  $P < 0,05$ ). In the two subpopulations, the number of species of isolated microorganisms in the turtles was superior to the number of species found in the water of the river, with a few differences in the urban area. Although in this area a larger diversity of microorganisms, in the water and in the turtles, was found. A higher percentage of occurrence of the alga *Basycladia chelonum*, in the turtles' shells was verified in the urban sample (43,8%) in relation to the agricultural sample (30,8%). Hemogregarine intraeritrocitary gametocytes were found in 27,6% of blood smears from *P. geoffroanus*, with a larger occurrence in the urban area. Ectoparasitism by leeches (*Placobdella bistrata*) was verified only in specimens from the urban area, and of the nine, six turtles were also infected by hemogregarine. Among the *P. geoffroanus* sacrificed, specimens from the agricultural area presented smaller amounts of fatty reserve tissue, more compact skeletal muscles, a more strong red color and dilation of some lung alveoli, indicating more physical activity compared with those from the urban area. The turtles from the urban area presented larger alterations as evidenced by the histopathological analysis, such as: discreet edema in the encephalon and the heart; cartilaginous formation in pulmonary alveolus and focal pneumonia; liver, pancreas, splein, kidney and stomach with inflamatory infiltrate and suggestive trematodes granulomas; hemossiderose in the liver and spleen. The hematological and biochemical data from the blood analysis were analyzed by analysis of variance

(ANOVA, at a 5% significant level) for hypothesis testing and a difference of averages test (Tukey's test) to verify differences among the averages. Significant differences in relation to sex were obtained in 50% of the blood parameters (leucocyte numbers, eosinophyle percentages, hemoglobin, iron, phosphate, medium corpuscular hemoglobin, medium corpuscular hemoglobin concentration, prothrombin time, fibrinogen, ionized calcium, total proteins, albumin, alpha 1, alpha 2, gamma globulin, cholesterol high density lipoprotein and very low density lipoprotein, triglyceride, creatine kinase, gamma glutamil transferin, amilasys, lipase, uric acid, chloride and magnesium). In relation to the two geographical areas, 88% of the parameters were statistically significant (eritrocyte numbers, leucocytes, eosinophils, monocytes, heterophils, azurophils, hemoglobin, hematocrite, medium corpuscular hemoglobin and all the biochemical parameters, except to clotting blood). For the interaction area-sex analysis, 16% of the variables were significantly different (medium corpuscular hemoglobin, medium corpuscular hemoglobin concentration, leucocytes number, alkaline phosphatases, uric acid, beta globulin, iron and magnesium) between the two samples.

The impact due to human intervention in terms of the different soil uses apparently caused environmental degradation interfering in most of the hematological and biochemical blood parameters between the two turtle subpopulations of the Uberabinha River. That, associated with the histopathological results, parasitological and the microbiological findings indicates that the environmental conditions, especially those related to the aquatic ecosystem, interfered in the physiology and could compromise the health of these turtles. Although the reference intervals of hemogram, electrophoresis and biochemical blood parameters used in the present study are important tools in the health control and diagnosis animal of diseases, they should not be considered as standard for this species, whose geographical distribution is wide, inhabiting ponds, streams and rivers with very diversified hidrogeochemical characteristics.

**Keywords:** *Phrynops geoffroanus*, environmental contamination, morphometry, bacteria, epizoary algae, parasite infestation, hematology, histopathology, clinical biochemistry.

## **INTRODUÇÃO GERAL**

---

A recente preocupação com a preservação da vida, face aos danos causados ao ambiente físico pela crescente pressão dos interesses gerados pelo modelo urbano-industrial, baseado na utilização intensiva de recursos naturais, decorre do fato de que riscos ecológicos sem precedentes vêm sendo gerados, com custos para o controle e recuperação muito altos, quando não impossíveis. A Primeira Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente realizada em Estocolmo, em 1972, marcou de forma significativa essa nova postura ao buscar estabelecer regras para a preservação do ambiente planetário (SCHNEIDER, 1996).

O uso progressivo de Biotas tem justificado, nos últimos anos, a análise da presença de contaminantes químicos no meio ambiente para determinar o impacto de tóxicos nos ecossistemas (ALBERS, SILEO, MULHERN, 1986; CLARK et al., 1988; HOFFMAN, RATTNER, HALL, 1990; TALMAGE & WALTON, 1991; SUTER & LOAR, 1992; CALHEIROS, 1993; HEBERT et al, 1993).

Os Testudinata constituem um dos grupos que estão sendo utilizados como indicadores de contaminação química e radioativa nos ecossistemas aquáticos e terrestres em programas de monitoramento por apresentarem ampla distribuição geográfica, serem encontrados em uma grande variedade de habitats e possuírem vida longa (MEYERS-SCHÖNE & WALTON, 1994).

Embora estudos de hematologia e de bioquímica do sangue de Testudinata tenham sido realizados, principalmente com espécies norte-americanas, estabelecendo relações entre sexos, idade, estado nutricional, se ativo ou hibernando, sazonalidade e comparação entre espécies que vivem em diferentes ecossistemas, pouco se sabe sobre as características do sangue de Testudinata em ambientes alterados em consequência dos diferentes tipos de influências antrópicas.

Pelo fato de o sangue estar relacionado a várias funções em um organismo, como transporte de nutrientes, metabólicos, produtos de excreção, gases, hormônios, células com e sem função respiratória (SCHMIDT-NIELSEN, 1999), as análises bioquímicas qualitativas e quantitativas do sangue são ferramentas importantes para estudos fisiológicos, patológicos e adaptativos a condições ambientais adversas nos animais.

No presente trabalho, foram estudadas duas subpopulações do cágado *Phrynops geoffroanus*, recém capturados no rio Uberabinha, dentro do perímetro urbano de Uberlândia, Minas Gerais. As coletas foram efetuadas em dois pontos do rio, sujeitos a diferentes influências antrópicas, sendo uma área com predomínio agropecuário e a outra com predomínio urbano.

Foram realizados estudos comparativos entre as duas subpopulações dos *P. geoffroanus* quanto a hematologia, bioquímica do sangue, histopatologia, microbiologia, ocorrência de hematozoários, ectoparasitos e algas epizoárias. Uma vez que os parâmetros sanguíneos podem ser influenciados pelo tamanho e idade, foram realizadas análises da morfometria dos cágados para verificar se as duas subpopulações eram homogênicas. As duas áreas foram caracterizadas quanto ao relevo, composição da flora nas margens do rio, temperatura e umidade relativa do ar, resíduos de defensivos agrícolas organoclorados no sedimento, microbiologia e vários parâmetros físicos e químicos da água do rio Uberabinha.

O cágado *P. geoffroanus* tem ampla distribuição geográfica, ocorrendo na América do Sul a leste dos Andes, desde a Colômbia até a Argentina (Misiones) (LEMA & FERREIRA, 1990). Segundo MEDEM (1960) e PRITCHARD & TREBBAU (1984), esta espécie parece habitar mais freqüentemente lagoas e riachos a rios de maior volume.

MEDEM (1960) estudando *P. geoffroanus* em rios da Colômbia, verificou que a espécie é predominantemente diurna e alimenta-se principalmente de peixes. Assoalha nas margens de rios, próximos da água e em troncos inclinados sobre a superfície da água. TERAN, VOGT, GOMEZ (1995) ao estudarem o conteúdo estomacal dos *P. geoffroanus* no rio Guaporé e seus tributários San Domingos e San Miguel, na Costa Marques, em Rondônia, constataram uma dieta constituída em torno de 48% de sementes, frutos e talos, 30% de peixes, 10% de insetos e 5% de crustáceos decápodos, não encontrando diferenças na alimentação entre sexos e entre os tipos de habitats.

*P. geoffroanus* é onívoro em ambiente natural, mas em cativeiro, foi mantido por MOLINA (1989) com sardinha picada e carne bovina moída salpicadas em farinha de osso.

Os *P. geoffroanus* podem ser encontrados em rios poluídos que atravessam algumas cidades brasileiras. Ao longo do rio Uberabinha, esta espécie é vista com

freqüência, em concentrações de indivíduos em alguns pontos, principalmente nas áreas mais urbanizadas com a presença de esgotos domésticos e industriais. Nestes locais, são também vistos com freqüência peixes como carpas (*Cyprinus* sp), tilápias (*Oreochromis* sp) e bagres (*Rhamdia* sp). A concentração destas espécies nestas áreas parece estar relacionada à abundância de alimentos provenientes dos esgotos e de outras fontes.

Com a proibição da pesca a menos de 500 metros da saída dos esgotos (BRASIL, 1967), a Polícia Florestal tem fiscalizado a ação de pescadores nestas áreas da cidade de Uberlândia e conseqüentemente, os *Phrynos geoffroanus* também passaram a ser protegidos nestes locais, pois os cágados abocanham as iscas dos anzóis sendo geralmente mortos pelos pescadores. Entretanto, nestas áreas, a destruição da vegetação natural nas margens e barrancos do rio, a introdução de gramíneas para cobertura e a compactação do solo podem desfavorecer as oviposições. Muitas vezes, as fêmeas não encontrando locais adequados para cavarem seus ninhos, tendem a percorrer maiores distâncias, sendo atropeladas nas avenidas, que passam paralelamente à margem direita do rio Uberabinha na área de predomínio urbano estudada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- ALBERS, P. H., SILEO, L., MULHERN, B. M. Effects of environmental contaminants on snapping turtles of a tidal wetland. **Arch. Environ. Contam. Toxicol.**, v.15, p. 39-49, 1986.
- BRASIL. Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967. Dispõe sobre a proteção e estímulos à pesca e dá outras providências. **LEX: legislação federal e marginalia**, São Paulo, v. 31, p. 482–493, jan/fev. 1967.
- CALHEIROS, D. F. **Ecotoxicologia de compostos organoclorados persistentes em um ecossistema eutrófico**: Represa de Barra Bonita (Médio Tietê - S.P.), 1993. 198 p. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- CLARK, T., CLARK, K., PATTERSON S., MACKAY, D., NORSTROM, R. J. Wildlife monitoring, modeling, and fugacity. **Environ. Sci. Technol.**, v.22, p. 120-127, 1988.
- HEBERT, D. D., GLOOSCHENKO, V., HAFFNER, G. D., LAZAR, R. Organic contaminants in snapping turtles (*Chelydra serpentina*) populations from southern Ontario, Canada. **Arch. Environ. Contam. Toxicol.**, v. 24, p.35-43, 1993.
- HOFFMAN, D. J., RATTNER, B. A., HALL, R. J. Wildlife toxicology. **Environ. Sci. Technol.**, v. 24, p. 276-283, 1990.
- LEMA, T., FERREIRA, M. T. S. Contribuição ao conhecimento dos Testudines do Rio Grande do Sul (Brasil): lista sistemática comentada (Reptilia). **Acta Biol. Leopoldensia**, v.12, n.1, p. 125-164, 1990.
- MEDEM, F. Informe sobre reptiles colombianos (V): observaciones sobre la distribucion geografica y ecologia de la tortuga *Phrynops geoffroana* ssp en Colombia. **Noved. Colombianas**, v.1, n.5, p. 291-300, 1960.
- MEYERS-SCHÖNE, L., WALTON, B. T. Turtles as monitors of chemical contaminants in the environment. **Rev. Environ. Contam. Toxicol.**, v.135, p. 93-153, 1994.
- MOLINA, F. B. **Observações sobre a biologia e o comportamento de *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812) em cativeiro (Reptilia, Testudines, Chelidae)**, 1989. 185 p. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- PRITCHARD, P. C. H., TREBBAU, P. **The turtles of Venezuela**. Oxford: Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 1984. 403 p.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia animal**: adaptação e meio ambiente. 5. ed. São Paulo: Santos, 1999. 600 p.
- SCHNEIDER, M. O. **Bacia do rio Uberabinha**: uso agrícola do solo e meio ambiente, 1996. 157 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

SUTER, G. W., LOAR, J. M. Weighing the ecological risks of hazardous waste sites: the Oak Ridge case. **Environ. Sci. Technol.**, v. 26, p. 432-438, 1992.

TALMAGE, S. S., WALTON, B. T. Small mammals as monitors of environmental contaminants. **Rev. Environ. Contam. Toxicol.**, v. 119, p. 47-145, 1991.

TERAN, A. F., VOGT, R. C., GOMEZ, M. F. S. Food habits of an assemblage of five species of turtles in the Guapore River, Rondonia, Brazil. **J. Herpetol.**, v. 29, n. 4, p. 536-547, 1995.





**CAPÍTULO 1**

**Avaliação**

**física, química e microbiológica  
da água e dos resíduos organoclorados  
do sedimento do rio Uberabinha em duas áreas  
sob diferentes influências antrópicas**

## RESUMO

---

Este trabalho teve por objetivo comparar alguns aspectos físicos, químicos e microbiológicos da água e resíduos de organoclorados no sedimento do rio Uberabinha, em duas áreas sob diferentes influências antrópicas. Foram estabelecidos dois pontos de amostragem, em áreas com diferentes usos do solo: uma com predomínio agropecuário e outra com predomínio urbano. De dezembro de 1999 a janeiro de 2001, para cada área, obteve-se dezessete amostragens referentes à temperatura e umidade relativa do ar, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, potencial hidrogeniônico e temperatura da água. Analisaram-se seis amostras de água em diferentes épocas do ano, quanto aos teores de nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, turbidez, oxigênio dissolvido, fosfato total e sólidos suspensos, tendo-se também avaliado a transparência e a velocidade superficial instantânea da água. Análises microbiológicas foram realizadas em doze amostras de água, tendo-se realizado a caracterização da vegetação nas margens e a análise de resíduos de organoclorados no sedimento do rio no período das chuvas. Diferenças significativas (teste de Wilcoxon, nível de significância de 5%) foram constatadas em oito parâmetros, tendo a área urbanizada apresentado menor umidade relativa do ar, água com maior concentração de sólidos totais dissolvidos, nitritos, sólidos suspensos, maior temperatura, condutividade elétrica e turbidez, e menor transparência da água. Encontraram-se oito espécies de bactérias e oito tipos de resíduos organoclorados na área de predomínio agropecuário, e vinte e duas espécies de bactérias e dez tipos de resíduos organoclorados na área de predomínio urbano. Foram detectados teores elevados de atrazina, transheptaclor e endossulfan na área agropecuária e de BHC, aldrim, HCB na área urbanizada, acrescido de PCB e de PCP. A porção do rio na área de predomínio agropecuário, localizado à montante da área urbanizada, é vulnerável a presença de nutrientes provenientes das adubações e uso de defensivos agrícolas. A área urbanizada está mais exposta aos esgotos domésticos e de pequenas indústrias. As diferentes influências antrópicas refletiram na composição da flora nas margens do rio, na umidade relativa do ar e no ecossistema aquático.

## INTRODUÇÃO

---

O uso de bens e de serviços do ecossistema pela humanidade tem provocado alterações na estrutura e no funcionamento do espaço, conseqüentemente interferindo em suas interações com o ar, a água e os arredores (VITOUSEK et al., 1997).

Os rios, segundo SCHÄFER (1985), podem ser considerados ecologica e hidrologicamente, um sistema de fluxo, sendo em seu curso superior considerado um ecossistema oligotrófico e no curso inferior, que recebe toda a carga de nutrientes do curso superior, um ecossistema eutrófico, sem possibilidade de reciclagem.

A principal fonte de poluição das águas são os despejos líquidos e sólidos, provenientes de conglomerações humanas e de regiões industrializadas. Os esgotos domésticos são geralmente constituídos de uma mistura de substâncias orgânicas e de alguns nutrientes inorgânicos, como detergentes e sabões. Os esgotos de fábricas de gêneros alimentícios apresentam uma mistura mais heterogênea devido ao tipo de produção e de produto, geralmente com elevado teor de substâncias orgânicas. Já os esgotos industriais possuem maior diversidade de composição, contendo, inclusive, ácidos, bases e toxinas (SCHÄFER, 1985; STAMOU et al., 1999).

Outras fontes poluidoras dos rios são decorrentes do carreamento de contaminantes pela água da chuva que escoar pela superfície do solo ou pavimentação (SOARES & MAIA, 1999).

O objetivo do presente trabalho foi efetuar um estudo comparativo da água e do sedimento do rio Uberabinha em duas áreas com diferentes tipos de atividade antrópica. Esta caracterização visou a fornecer subsídios para verificar as possíveis influências ambientais sobre as subpopulações dos cágados *Phrynops geoffroanus*, que vivem nestas áreas, quanto aos parâmetros de morfometria (Capítulo 2), microbiologia e algas epizoárias (Capítulo 3), parasitologia (Capítulo 4), hematologia (Capítulo 5), histopatologia (Capítulo 6) e bioquímica do sangue (Capítulo 7).

## ÁREA DE ESTUDO

### 1. Características gerais

A bacia do rio Uberabinha localiza-se na zona geográfica do Triângulo, abrangendo parte dos municípios de Uberaba, Uberlândia e Tupaciguara, numa área aproximada de 2000 km<sup>2</sup> (SCHNEIDER, 1996).

O rio Uberabinha, afluente da margem esquerda do rio Araguari, que por sua vez deságua no rio Paranaíba, é parte integrante da bacia do rio Paraná (Figura 1.1). Suas nascentes estão localizadas na porção norte do município de Uberaba e, após atravessar todo o município de Uberlândia, no sentido sudeste-nordeste, numa extensão aproximada de 118 km, deságua no rio Araguari, fazendo divisa entre Uberlândia e Tupaciguara (SCHNEIDER, 1996).

A zona geográfica do Triângulo, em quase sua totalidade, está inserida na Bacia Sedimentar do Paraná, onde é representada pelas litologias de idade Mesozóica: arenitos da Formação Botucatu, basaltos da Formação Serra Geral e rochas do Grupo Bauru. Na maior parte da área urbana de Uberlândia desenvolve-se uma cobertura cenozóica, que recobre extensivamente os basaltos que afloram no vale do rio Uberabinha e afluentes (NISHIYAMA, 1989).

BACCARO (1991) classificou a zona geográfica do Triângulo em quatro grandes unidades geomorfológicas: área de relevo intensamente dissecado, área com relevo medianamente dissecado, área de relevo residual e áreas elevadas de cimeira com topos planos, amplos e largos.

As nascentes do rio Uberabinha e do seu afluente ribeirão Bom Jardim estão localizadas na área de relevo com topo plano. A partir da área urbana de Uberlândia até a sua foz junto ao rio Araguari, o rio Uberabinha corre sobre uma porção de relevo intensamente dissecado, caracterizado pelo profundo encaixamento do seu vale. Nesta porção, o entalhamento fluvial sobre os basaltos da formação Serra Geral produz uma série de cachoeiras e corredeiras (BACCARO, 1989). Para SILVA & SCHNEIDER (1989), a bacia do rio Uberabinha caracteriza-se por três unidades topomorfológicas: de chapada, de dissecação suave e de relevo dissecado.

O clima da região é o tropical, caracterizado pela alternância de estações úmidas e secas, por influência sazonal de massas de ar tropicais e polares.

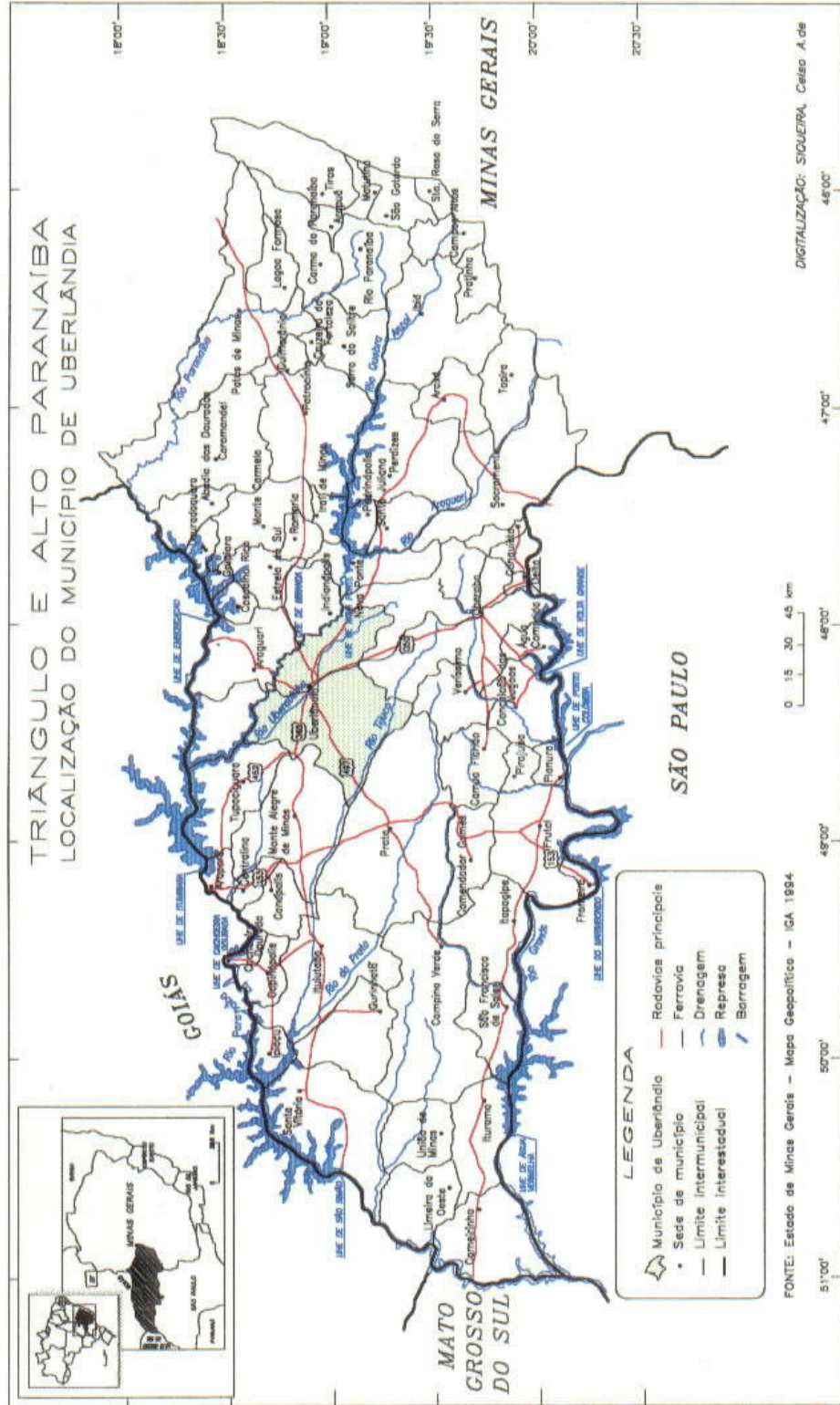
Segundo a classificação climática de Köppen, o clima de Uberlândia é caracterizado como sendo do tipo Aw, megatérmico, com chuvas de verão e seca de inverno, sendo que habitualmente, o período de estiagem começa em maio e se prolonga até setembro, com a retomada gradual das chuvas a partir de outubro, estendendo-se até abril (ROSA, LIMA, ASSUNÇÃO, 1991).

O rio Uberabinha, em sua porção situada a montante da área urbana de Uberlândia, é responsável pelo abastecimento de água à sua população, com aproximadamente 500.000 habitantes (SCHNEIDER, 1996). A bacia do Uberabinha vem sofrendo conseqüências de ações antrópicas, efetivadas mediante a exploração de argila para cerâmica refratária nas suas nascentes (SILVA & SCHNEIDER, 1989) e, principalmente quanto ao uso do solo, que a partir da década de 60 passou pela pecuária extensiva, na década de 70 pela implantação de extensas florestas de *Pinus* e *Eucaliptus* e, na década de 80 passou à agricultura de grãos, especialmente a soja (SCHNEIDER, 1996).

## **2. Descrição das áreas estudadas**

Foram realizados trabalhos de campo, tendo-se caracterizado a vegetação das margens do rio nas duas áreas escolhidas para estudo, durante o período das chuvas (24 de janeiro de 2001), quando a vegetação da região encontra-se em fase de crescimento vegetativo.

Duas áreas foram delimitadas no perímetro urbano no município de Uberlândia, tendo-se observado como critérios de escolha a facilidade ao acesso, diferentes usos do solo e ocorrência dos cágados. Uma delas localiza-se nas dependências do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), definida pelas coordenadas geográficas de 18°58'35"S e 48°17'11" W, altitude aproximada de 770 m, área de predomínio agropecuário no entorno (Área 1). A outra área, localizada próximo à ponte da avenida Brigadeiro Sampaio, entre os bairros Jaraguá e Daniel Fonseca, com as coordenadas geográficas de 18°55'10"S e 48°18'09" W, altitude aproximada de 765 m, área de predomínio urbano (Área 2). A distância entre as áreas é de aproximadamente 7,5 km (Figuras 1.1; 1.2 e 1.3).



**FIGURA 1.1-** Bacias hidrográficas das zonas geográficas do Triângulo e Alto Paranaíba, Minas Gerais





**FIGURA 1.2-** Localização das áreas de estudo.





**FIGURA 1.3-** Aerofotografia parcial do município de Uberlândia evidenciando a ocupação do solo (A: área 1. B: eclusa. C: área 2)



Entre as duas áreas, aproximadamente a 2,2 km a montante da ponte da avenida Brigadeiro Sampaio, nas dependências do Praia Clube, barreiras físicas constituídas por muros e telas nas margens e uma eclusa no leito do rio, construída em 1970 impedem o deslocamento dos cágados rio acima. Estas barreiras isolam parcialmente as duas subpopulações de cágados, impossibilitando que os da Área 2 migrem para a Área 1, embora os da Área 1 provavelmente possam acessar a Área 2 durante a época das chuvas, devido a elevação do nível das águas do rio (Figura 1.4).



**FIGURA 1.4-** Eclusa no leito do rio Uberabinha nas dependências do Praia Clube.

A Área 1, embora localizada no perímetro urbano, encontra-se nas proximidades da zona rural, com uso misto de solo em suas margens, incluindo chácaras e sítios. O relevo é dissecado com um vale entalhado no basalto, apresentando assimetria entre as margens, a direita com maior inclinação e a esquerda plana em consequência de terraplanagem nas dependências do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia.

Neste local a mata ciliar encontra-se ainda com manchas de vegetação natural, porém apresenta algumas evidências de ação antrópica, com as duas margens mostrando diferentes estados de conservação (Figura 1.5-A).

A margem esquerda é utilizada pelos associados do Clube Caça e Pesca Itororó. Nesta margem, a mata ciliar ocupa uma estreita faixa, com cerca de três metros de largura e apresenta remanescentes arbóreos de diversas espécies nativas, como *Croton urucurana* (Euphorbiaceae), *Ficus obtusiuscula* (Moraceae), *Inga vera* var. *affinis*

(Mimosaceae), *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae), *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae), *Copaifera langsdorffii* (Caesalpinaceae), *Cecropia pachystachya* (Cecropiaceae), *Rapanea umbellata* (Mysinaceae) e *Coussarea hydrangeifolia* (Rubiaceae), dentre outras. A cobertura herbáceo-graminosa é formada principalmente por espécies de gramíneas introduzidas na área, diversas espécies de ervas ruderais e alguns indivíduos jovens das espécies arbóreas já mencionadas.

A margem direita encontra-se em melhor estado de conservação. A mata ciliar ocupa uma estreita faixa, sendo contínua com uma encosta íngreme, formando um gradiente com outras formações florestais ou com áreas de cerrado. Embora neste trecho a declividade seja bastante acentuada, a presença da mata ciliar remanescente mantém a estabilidade do barranco, não havendo sinais de erosão recente. As espécies arbóreas que aqui ocorrem são: *Luehea divaricata* (Tiliaceae), *Platypodium elegans* (Fabaceae), *Guarea guidonia* (Meliaceae), além daquelas citadas para a margem esquerda. O estrato herbáceo é formado por diversas espécies de pteridófitas nativas e por muitos indivíduos jovens das espécies arbóreas.

A montante do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, aproximadamente 2,75 km, ocorre a junção do ribeirão Bom Jardim com o rio Uberabinha (Figura 1.5-B) e, logo após, encontra-se a Estação de Captação Bom Jardim, do Departamento Municipal de Água e Esgoto da Prefeitura Municipal de Uberlândia. Neste local, pastagem e mata ciliar estão presentes na margem esquerda e chácaras, na margem direita. A legislação ambiental vigente no município (UBERLÂNDIA, 1991) determina o tratamento dos efluentes no sentido de evitar o lançamento de esgotos diretamente no rio. Entretanto, o ribeirão Bom Jardim, assim como outros afluentes passam por terras com intensa ocupação agrícola e/ou pastagens, o que provavelmente interfere nas características físicas e químicas da água do rio Uberabinha.

A Área 2 é onde se desenvolve uma intensa atividade antrópica, em razão de se situar próxima a bairros bastante populosos. Assim como a Área 1, insere-se no compartimento dissecado. Nesta área, as margens do rio Uberabinha encontram-se bastante descaracterizadas de sua forma original (Figura 1.5 C), sendo freqüente a ocupação por diversas atividades humanas, que se estendem praticamente até o leito do rio.

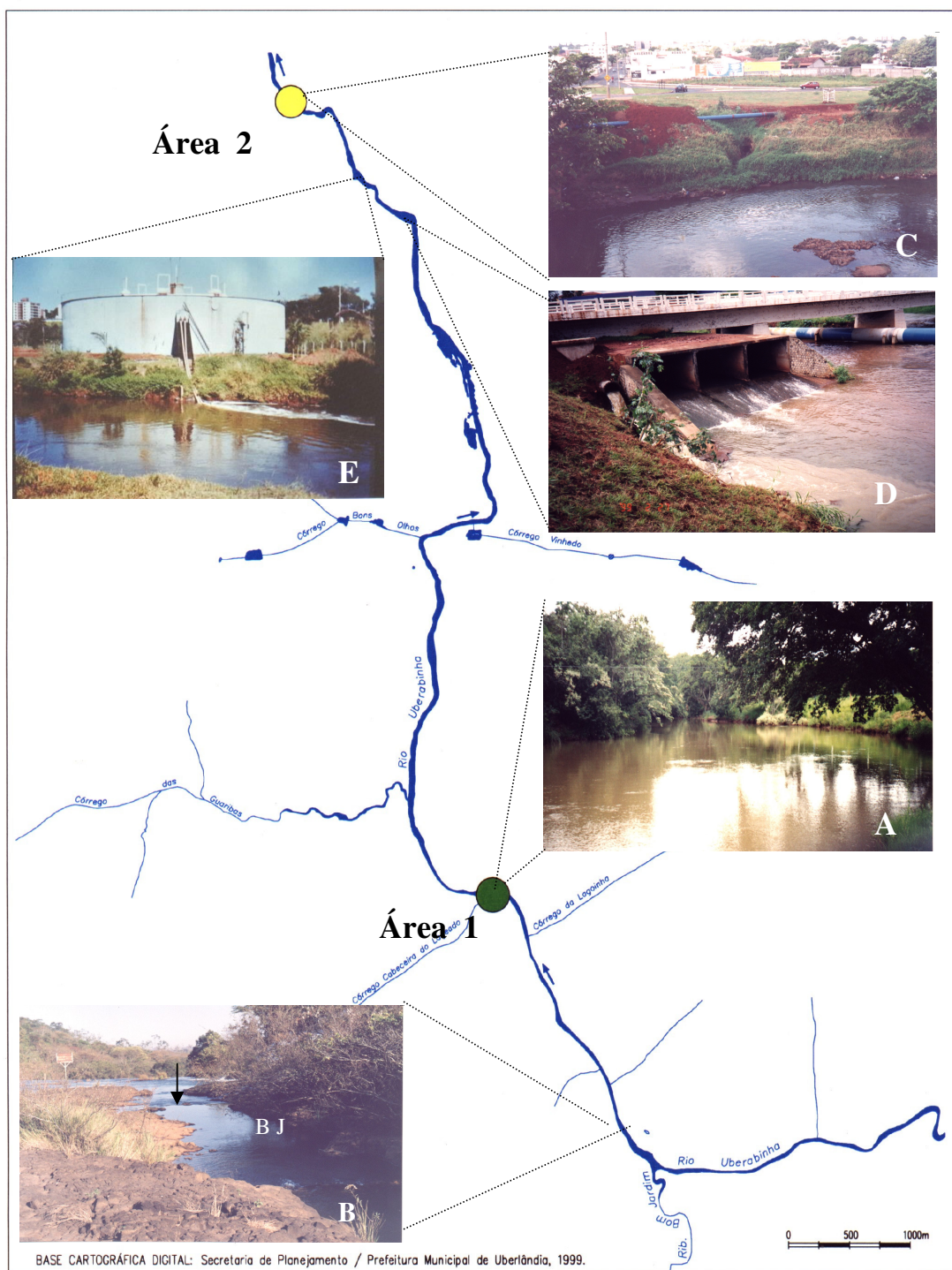
Tanto a margem esquerda quanto a margem direita sofreram obras de terraplanagem, o que alterou todos os possíveis microambientes naturais da mata ciliar. Na margem esquerda, são comuns as atividades de cultivo de milho, de espécies frutíferas diversas e de criação de animais domésticos, como suínos e eqüinos.

Estas formas de ocupação pouco conservaram a vegetação nativa, representada por indivíduos remanescentes de *Copaifera langsdorffii* (Caesalpinaceae), *Inga vera* var. *affinis* (Mimosaceae) e *Mauritia flexuosa* (Arecaceae). A cobertura herbáceo-graminosa é composta, na totalidade, por espécies de gramíneas introduzidas para cobertura e/ou pastagem, espécies herbáceas e arbustivas ruderais.

Paralelamente à margem direita, encontra-se uma via asfaltada, a avenida Geraldo Motta Batista, que se estende desde a ponte da avenida Afrânio Rodrigues da Cunha, próxima ao Praia Clube, até a ponte da avenida Juscelino Kubitschek. Nesta mesma margem está instalado um lavador de caminhões boiadeiros, cujos dejetos são lançados no rio, como também esgotos residenciais, cujas tubulações estão presentes nas barrancas do canal fluvial, principalmente na margem esquerda.

A montante da Área 2, aproximadamente 1,5 km, o rio Uberabinha recebe águas provenientes das galerias de escoamento dos córregos São Pedro, Lagoinha, Jataí e Mogi (Figura 1.5 D), como também de esgotos domiciliares e, provavelmente, os de pequenas indústrias, uma vez que as grandes indústrias concentram-se no Distrito Industrial, a jusante das áreas estudadas.

Nesta área, de junho a novembro de 1998, foram realizadas na margem direita do rio, obras de canalização dos principais emissários de esgotos, dentro do programa de despoluição do rio pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto da Prefeitura Municipal de Uberlândia e, a 0,375 km a jusante está instalado um reator com filtro biológico (Figura 1.5 E) para tratamento do esgoto proveniente dos bairros localizados na margem esquerda do rio. Entretanto, ainda pode-se constatar pontos de lançamento de esgotos nas duas margens do rio no trecho compreendido entre a área de canalização dos principais emissários de esgoto e a Área 2, onde os cágados foram capturados. Neste trecho do rio vive uma grande população de cágados, mesmo após o término das obras realizadas pela Prefeitura Municipal.



**FIGURA 1.5-** Rio Uberabinha -Área 1 (agropecuária): **A-**Vista parcial dos locais de coleta das amostras de água, do sedimento e dos cágados. **B-** Foz do ribeirão Bom Jardim (BJ) com o rio Uberabinha (seta). **Área 2** (urbana): **C-** Vista parcial dos locais de coleta das amostras de água, do sedimento e dos cágados. **D-** Galerias de escoamento da água dos córregos. **E-** Reator com filtro biológico lançando resíduos no rio.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

---

### **1. Períodos de amostragens**

Foram realizados trabalhos de campo mensais, nas duas áreas de captura dos cágados, predominantemente pela manhã, no período de dezembro de 1999 a janeiro de 2001, tendo-se efetuado medidas de temperatura e umidade relativa do ar, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, potencial hidrogeniônico e temperatura da água do rio.

Durante o período das chuvas (10/01/00, 11/01/01), período da seca (11/07/00), início das chuvas (04/12/00), e períodos de transição entre precipitação intensa e seca (29/03/00, 28/09/00), foram coletadas amostras de água para a determinação dos parâmetros físicos e químicos, tendo-se também efetuado medidas da velocidade superficial instantânea e transparência da água, sendo que em 10/01/00, foram retiradas amostras do sedimento do rio para análises de defensivos agrícolas.

No período de junho de 1999 a janeiro de 2001 foi coletado um total de vinte e quatro amostras de água para determinar as espécies de bactérias presentes no rio.

### **2. Métodos de amostragem**

#### **2.1. Água**

As obtenções das amostras de água foram realizadas manualmente, tendo o operador utilizado luvas PVC forradas de cano longo. Os locais das amostragens foram próximos às margens onde se instalaram as armadilhas para a captura dos cágados, ou seja, na margem esquerda, na Área 1, e na margem direita, na Área 2. Antecedendo a coletas das amostras, os frascos foram rinsados com a água do rio nos próprios locais.

Utilizaram-se frascos descartáveis de poliestireno de 500 mL para as análises bacteriológicas, frascos descartáveis de poliestireno 2000 mL para as análises físico-químicas, com exceção das amostras para determinação do oxigênio dissolvido, cujas coletas das amostras foram realizadas utilizando-se frasco de DBO pirex cor âmbar com capacidade de 250 mL.

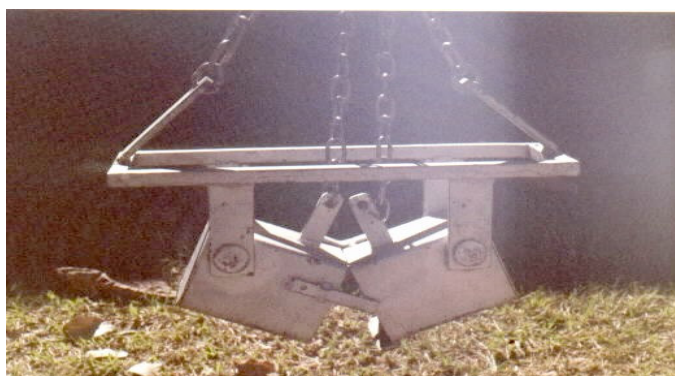
Os procedimentos para a coleta das amostras seguiram, em linhas gerais, as orientações contidas no Guia de coleta e preservação de amostras de água (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 1988). Os frascos foram

mergulhados rapidamente com a boca para baixo a aproximadamente 30 cm de profundidade da superfície da água evitando-se, portanto, a introdução de contaminantes superficiais, tendo-se em seguida direcionado a abertura do frasco no sentido contrário à correnteza, sendo os mesmos inclinados lentamente para cima permitindo a saída do ar. Os frascos de poliestireno foram fechados após a sua retirada da água e os frascos de DBO foram tampados, estando repletos e formando o selo de água ainda dentro do rio.

Após as coletas, todos os frascos foram revestidos com papel alumínio, armazenados em caixa de poliestireno refrigerada com gela-K<sup>®</sup> (Bayer) e CMC (Carboxi-metil-celulose). As amostras para as análises físico-químicas foram imediatamente encaminhadas ao Setor de Análise e Assessoria Técnica Ambiental do Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia, e os frascos contendo amostras para pesquisa bacteriológica foram posteriormente encaminhados ao Laboratório de Microbiologia e Imunologia da Faculdade de Medicina de Catanduva / SP.

## 2.2. Sedimento

Para as obtenções das amostras de sedimento construiu-se uma draga tipo Ekman (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 1988) modificada, confeccionada em ferro, com tamanho de 33x11x14 cm, pesando 4,5 kg, cuja abertura e fechamento é realizada pela tensão de correntes conectadas a cordas de poliestireno (Figura 1.6).



**FIGURA 1. 6-** Draga utilizada na coleta de amostras de sedimento do rio Uberabinha.

Para as análises de defensivos agrícolas, utilizaram-se amostras compostas de sedimento nas áreas de captura dos cágados, sendo o excesso de água eliminado por escoamento na própria draga e o sedimento transferido para um recipiente de vidro (9x15 cm, abertura de 6 cm) envolto em papel de alumínio. As amostras foram transportadas sob refrigeração em caixa de poliestireno para o Laboratório do Setor de Répteis do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Uberlândia, tendo sido mantidos por 5 horas em geladeira e por aproximadamente 72 horas em freezer a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Em seguida, as amostras congeladas foram acondicionadas em caixa de poliestireno refrigerada com neve carbônica ( $\text{CO}_2$ ) e encaminhadas para análises no Laboratório de Radioquímica e Química Ambiental do Instituto de Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo, São Carlos / SP.

### **3. Variáveis climatológicas**

Dados de temperatura do ar e precipitação pluviométrica em Uberlândia foram obtidos na Estação Climatológica do Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia.

Dados mensais de temperatura e umidade relativa do ar nas duas áreas estudadas foram obtidos por leitura direta em um termohigrômetro Radio Shack<sup>®</sup>.

### **4. Velocidade superficial instantânea da água**

Os valores da velocidade superficial instantânea da água foram obtidos nos locais, cronometrando-se o tempo gasto por uma laranja para percorrer a distância de 10 m, limitado por duas estacas cravadas nas margens do rio, ao longo do seu curso.

As leituras de tempo registradas no cronômetro foram divididas por 10, obtendo-se assim a velocidade da correnteza em m/s.

A velocidade média instantânea superficial foi calculada pela equação:

$$v_{si} = \frac{\Delta t}{\Delta s} = \frac{t(s)}{10 \text{ m}}$$

## **5. Parâmetros físicos e químicos**

### **5.1. Condutividade elétrica - Sólidos totais dissolvidos - Temperatura da água**

Estes dados foram obtidos nos locais, por leitura direta utilizando-se um condutivímetro Orion<sup>®</sup> modelo 130.

### **5.2. Potencial hidrogeniônico**

Os valores de pH foram determinados nos locais, por leitura direta, utilizando-se um medidor de pH Corning<sup>®</sup> modelo pH-30.

### **5.3. Transparência da água**

Os valores de transparência da água foram obtidos utilizando-se um disco de Secchi, com 330 mm de diâmetro, com quadrantes alternados em preto e branco. As leituras foram realizadas em função da média da profundidade de desaparecimento e ressurgimento do disco imerso verticalmente na água em local sombreado.

### **5.4. Fosfato total - Nitratos - Nitritos - Nitrogênio amoniacal - Oxigênio dissolvido - Sólidos suspensos - Turbidez**

Estas análises foram realizadas no Setor de Análise e Assessoria Técnica Ambiental do Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia.

Para a dosagem de oxigênio dissolvido, utilizou-se o método de Winkler (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1995). Para o fosfato total, nitrogênio amoniacal, sólidos suspensos e turbidez foram utilizadas as técnicas contidas em SILVA (1977) e para as determinações de nitritos e de nitratos utilizou-se as técnicas recomendadas por PREGNOLATTO & PREGNOLATTO (1985).

## **6. Parâmetros microbiológicos**

As análises microbiológicas para a identificação das bactérias foram realizadas no Laboratório de Microbiologia e Imunologia da Faculdade de Medicina de Catanduva, com a assessoria de técnicos dos laboratórios.

Utilizando-se um pipetador automático Kacill<sup>®</sup> com ponteiros descartáveis 059-0792 Oxford<sup>®</sup>, transferiram-se 100 µl de água do frasco de polietileno para tubos de



vidro Labnew<sup>®</sup> V20065 Vacuum II 13x75 mm contendo 3 ml de caldo glicosado. Em seguida, as amostras foram mantidas a 37°C por 24 horas em estufa microbiológica. Após este período, com auxílio de alça de platina, cada amostra foi semeada em duas placas de Petri Weplast C.A<sup>®</sup> com 8 cm de diâmetro, uma contendo ágar-sangue (relação 10:1 de ágar/sangue de coelho), utilizada para o desenvolvimento de microrganismos gram-positivos e outra com ágar EMB (Eosina-azul de metileno) para microrganismos gram-negativos. Novamente o material foi mantido por 24 horas em estufa microbiológica a 37°C.

A partir das colônias desenvolvidas nas placas, foram confeccionadas lâminas permanentes, coradas pela técnica de Gram (cristal violeta-lugol-fucsina fenicada). A identificação dos microrganismos gram-positivos foi realizada por observação direta em microscopia de luz e a dos gram-negativos, por passagem das colônias por método bioquímico TSI (triple sugar iron agar), mantidas a 37°C por 24 horas.

### **7. Defensivos agrícolas**

Para orientação das análises de determinação dos resíduos de produtos de uso domissanitários e agrícolas, foram consultados engenheiros agrônomos e comerciantes das principais casas agropecuárias de Uberlândia, tendo-se obtido os nomes comerciais dos produtos mais vendidos e utilizados em Uberlândia e região.

Com base nestas informações e nas citadas por SCHNEIDER (1996), realizou-se uma listagem contendo os nomes comerciais e técnicos destes produtos, que foram repassados ao Laboratório de Radioquímica e Química Ambiental do Instituto de Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo, onde foram efetuadas as análises por cromatografia gasosa, com detector de captura de elétrons (ECD), tendo-se utilizado uma coluna HP-5. Todas as determinações foram realizadas em triplicatas.

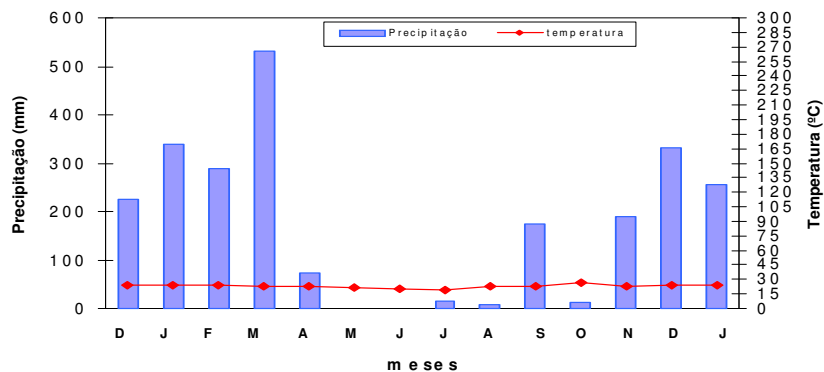
### **8. Análise estatística**

Para testar as diferenças entre as áreas quanto às variáveis climáticas, aos parâmetros físico-químicos e à velocidade superficial instantânea da água, utilizou-se o teste não paramétrico de Wilcoxon (ZAR, 1999).

## RESULTADOS

### 1. Temperatura e umidade relativa do ar

A Figura 1.7 mostra as temperaturas do ar e as precipitações mensais em Uberlândia durante o período compreendido de dezembro de 1999 a janeiro de 2001.



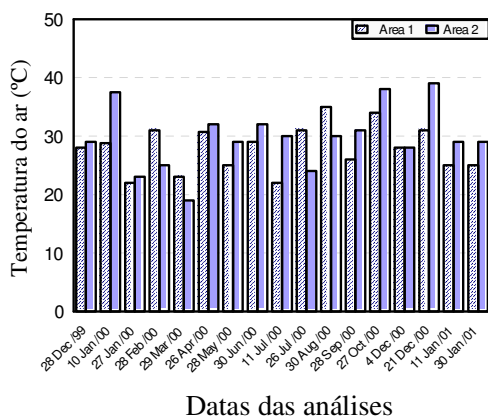
Fonte: Lab. Climatologia e Recursos Hídricos – Inst. Geografia – UFU.

**FIGURA 1.7-** Gráfico ombrotérmico de Uberlândia (dezembro de 1999 a janeiro de 2001).

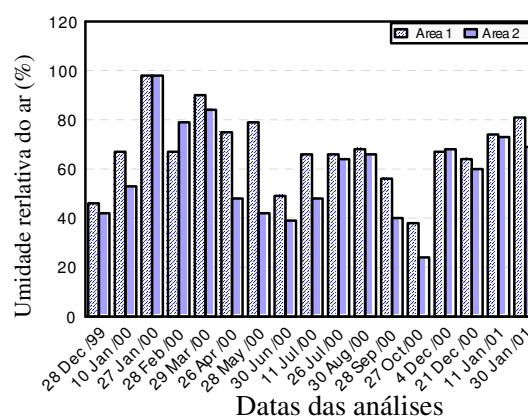
Neste período a temperatura média mensal do ar variou de 18,9°C (julho/ 2000) a 24,1°C (dezembro/2000). A temperatura máxima foi de 36,2°C (outubro/2000) e a mínima de 3,6°C (julho/2000).

Os índices pluviométricos registraram a ocorrência de chuvas em todos os meses, exceto em maio e junho, sendo que o maior volume de chuvas ocorreu em março (532,6 mm), seguido por janeiro/2000 (339,4 mm), dezembro/2000 (330,6 mm) e fevereiro (288,0 mm).

Durante os trabalhos de campo a temperatura do ar na Área 1 variou de 22° a 35°C e na Área 2, de 19° a 39°C. A umidade relativa do ar variou de 38% a 98% e de 24% a 98%, respectivamente (Figuras 1.8 e 1.9).

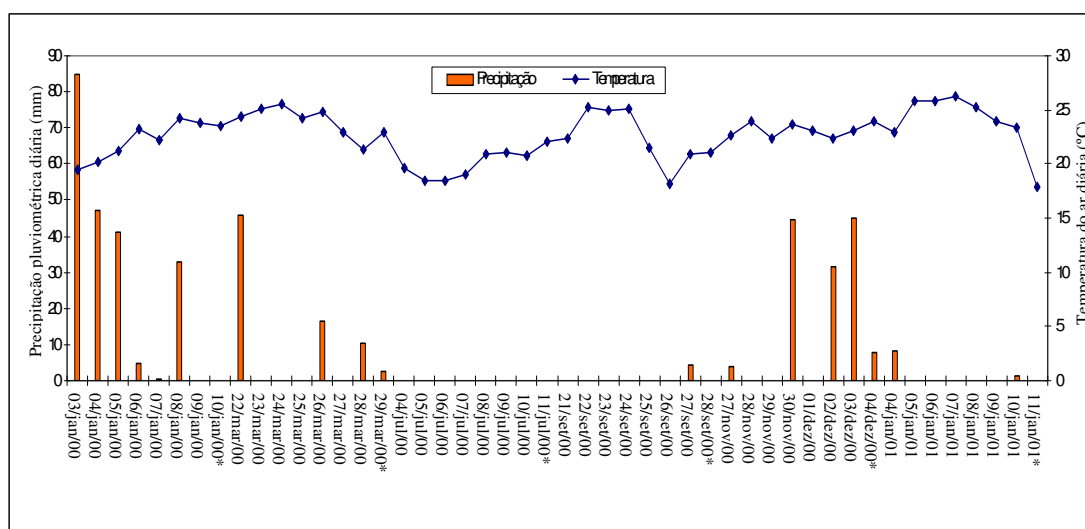


**FIGURA 1.8** - temperatura do ar nas duas áreas do rio Uberabinha



**FIGURA 1.9.** Umidade relativa do ar nas duas áreas do rio Uberabinha.

Analisando-se os períodos de uma semana que antecederam as datas de coleta das amostras de água para análises físico-químicas, constatou-se que o maior índice de precipitação acumulada (211,2 mm) antecedeu ao dia 10 de janeiro de 2000, seguido por 125,1 mm (4 de dezembro), 72,5 mm (29 de março), 9,9 mm (11 de janeiro) e 4,4 mm (28 de setembro). Não ocorreram precipitações na semana que antecedeu o dia 11 de julho, sendo que dois dias de coleta (29 de março e 4 de dezembro) foram feitos em dias chuvosos (Figura 1.10).



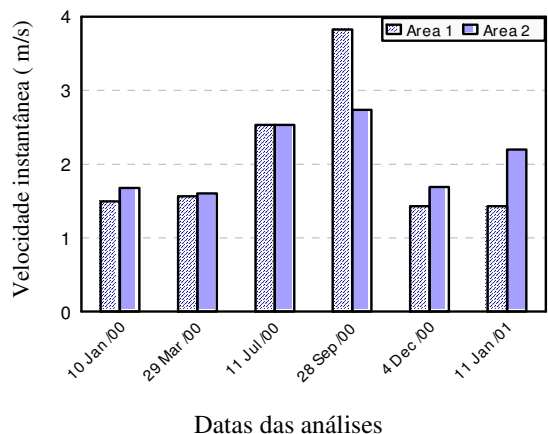
**FIGURA 1.10-** Temperatura e umidade relativa do ar durante a semana que precedeu cada coleta de água para as análises físicas e químicas (\*coleta de amostras).

## 2. Velocidade superficial instantânea e transparência da água

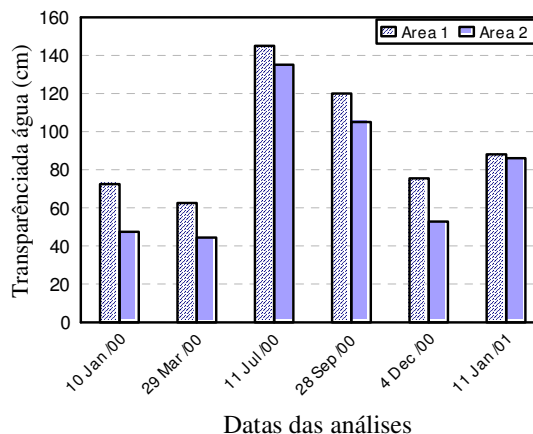
A velocidade superficial instantânea da água do rio variou de 1,4 a 3,8 m/s na Área 1, e de 1,7 a 2,7 m/s na Área 2, tendo, em setembro, ocorrido os maiores valores e maior variação entre as áreas (Figura 1.11).

Durante o período de estiagem, a velocidade da água do rio foi maior do que no período de precipitação intensa.

A transparência da água na Área 1 variou entre 62,5 cm a 145,0 cm e, na Área 2, entre 44,5 cm a 135,0 cm. Nas duas áreas, os menores valores de transparência ocorreram em março, período das chuvas, e os maiores valores em julho de 2000, período da seca (Figura 1.12).



**FIGURA -1.11-** Velocidade instantânea da água nas duas áreas do rio Uberabinha.

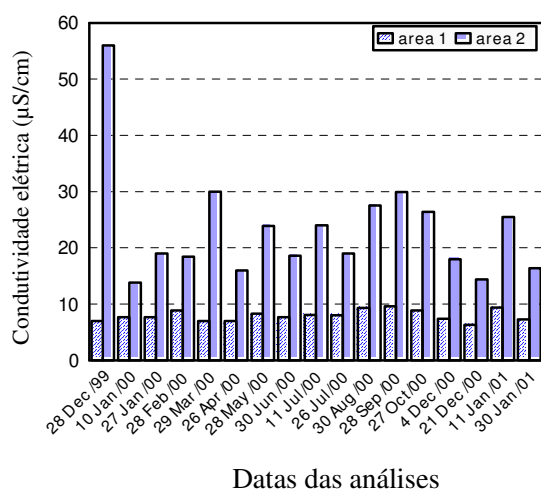


**FIGURA-1.12-** Transparência da água Nas duas áreas do rio Uberabinha

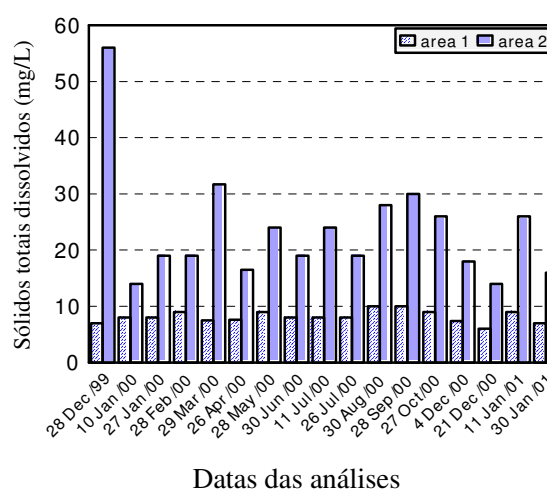
### 3. Condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos

Comparando-se os dados das Figuras 1.13 e 1.14, constata-se que, para o mesmo dia, os valores de sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica foram muito próximos.

Na Área 1, os valores de condutividade elétrica da água variaram de 7,0 a 9,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e os dos sólidos totais dissolvidos, de 6,0 a 10,0 mg/L, mostrando menores valores e maior homogeneidade quando comparados à Área 2, que apresentou valores de condutividade entre 13,8 a 56,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e de sólidos totais dissolvidos entre 14 a 56 mg/L.



**FIGURA 1.13-** Condutividade elétrica da água nas duas áreas do rio Uberabinha.



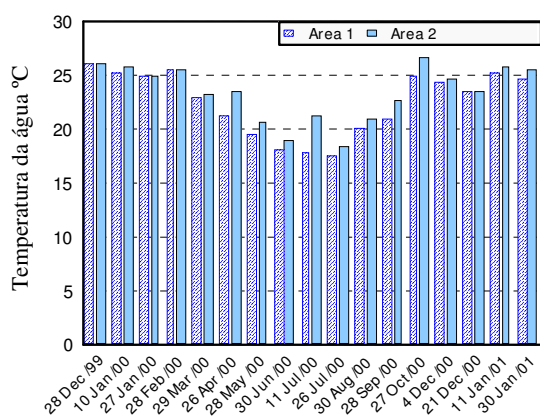
**FIGURA 1.14-** Sólidos totais dissolvidos da água nas duas áreas do rio Uberabinha.

#### 4. Temperatura da água

Na Área 1, a menor temperatura foi 17,6°C, registrada no mês de julho e a maior foi 26,0°C, em dezembro de 1999, sendo que na Área 2, a menor (18,4°C) ocorreu também em julho, e a mais alta (26,5°C) foi registrada em outubro de 2000, com valor próximo à registrada para dezembro de 1999 (26,2°C). As temperaturas mais baixas ocorreram no final de outubro e durante o inverno (Figura 1.15).

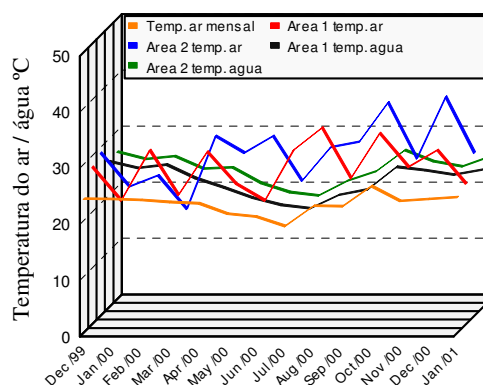
Comparando as duas áreas, pode-se constatar que a temperatura da água apresentou valores mensais próximos, sendo que em oito meses a temperatura da água na Área 1 foi menor que na Área 2; em quatro meses foi praticamente igual e, em apenas três meses, a Área 1 apresentou valores mais altos.

Observa-se na Figura 1.16 que, em linhas gerais, a temperatura da água foi superior à temperatura média mensal do ar ao longo dos meses. Em ambas, as variações foram gradativas, enquanto que durante os trabalhos de campo, a temperatura do ar apresentou oscilações bruscas no decorrer dos meses analisados.



Datas das análises

**FIGURA 1.15-** Temperatura da água nas duas áreas do rio Uberabinha.



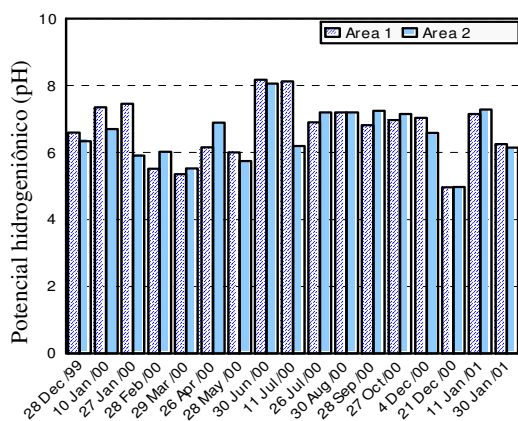
Datas das análises

**FIGURA 1.16-** Temperatura do ar mensal, temperatura do ar e da água nas duas áreas

#### 5. Potencial hidrogeniônico e turbidez

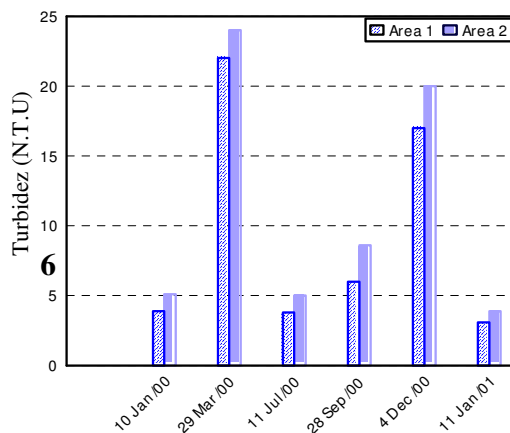
Os valores mínimos e máximos de pH foram muito próximos nas duas áreas analisadas, tendo variado de 5,0 a 8,2 na Área 1 e de 5,0 a 8,0 na Área 2, com valores mínimos em dezembro e máximos em junho de 2000. As águas do rio variaram de ligeiramente ácida a alcalina (Figura 1.17), sendo que as médias dos valores do pH apontam para uma água levemente ácida, com os mesmos valores (6,5) na Área 1 e na Área 2.

Os menores valores de turbidez ocorreram em janeiro de 2001, com 3,1 NTU na Área 1 e 3,9 NTU na Área 2, e os maiores valores ocorreram em março de 2000, com 22 NTU na Área 1 e 24 NTU na Área 2, tendo a Área 2 apresentado uma maior turbidez em todos os meses analisados (Figura 1.18).



Datas das análises

**FIGURA 1.17-** Potencial hidrogeniônico da água nas duas áreas do rio Uberabinha.



Datas das análises

**FIGURA 1.18-** Turbidez da água nas duas áreas do rio Uberabinha.

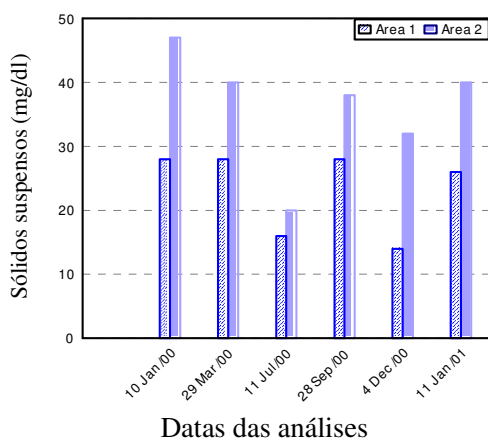
### Sólidos suspensos e oxigênio dissolvido

Os valores de sólidos suspensos (Figura 1.19) nas duas áreas sofreram oscilações entre os meses analisados, variando de 14 a 28 mg/L na Área 1 e de 20 a 47 mg/L na Área 2, tendo a Área 2 apresentado maiores oscilações e valores mais altos em todos os períodos estudados.

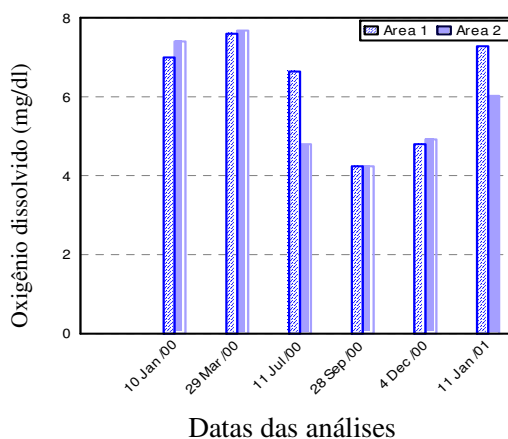
Os dados referentes à concentração de oxigênio dissolvido estão apresentados na Figura 1.20.

O teor de oxigênio dissolvido variou de forma similar nas duas áreas, sendo que as maiores oscilações ocorreram em julho de 2000 e em janeiro de 2001, com maior concentração de oxigênio na Área 1.

Os maiores valores ocorreram em março (7,6 mg/L na Área 1 e 7,7 mg/L na Área 2), durante o período chuvoso, e os menores valores ocorreram em setembro (4,2 mg/L), nas duas áreas, após o período de estiagem.



**FIGURA 1.19-** Sólidos suspensos da água nas duas áreas do rio Uberabinha.



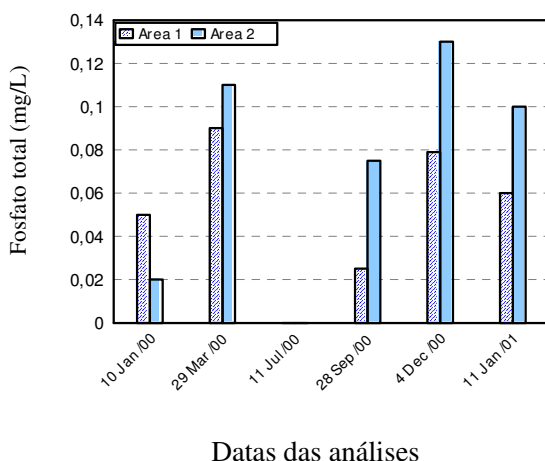
**FIGURA 1.20-** Oxigênio dissolvido da água nas duas áreas do rio Uberabinha.

## 7. Fosfato total e nitrogênio amoniacal

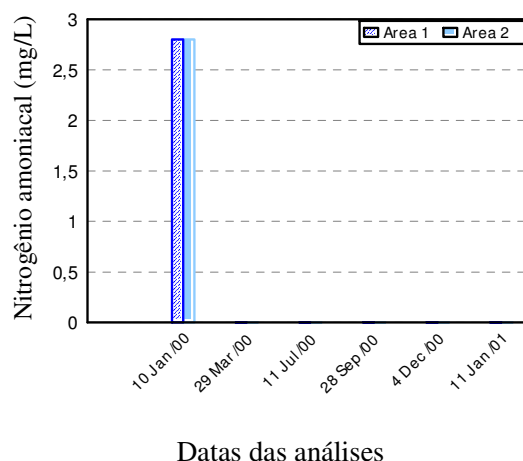
As concentrações de fosfato foram mais elevadas na Área 2 que na Área 1, exceto em janeiro de 2000 (Figura 1.21).

As concentrações variaram no decorrer do período amostral. Maiores valores foram obtidos na Área 1 em dezembro (0,130 mg/L), na Área 2 em março (0,090 mg/L), sendo que em julho não foi detectada presença de fosfato na água.

Durante o período amostral somente foi detectada a presença de nitrogênio amoniacal em janeiro de 2000, com a concentração de 2,8 mg/L nas duas áreas do rio (Figura 1.22).



**FIGURA 1.21-** Fosfato total da água nas duas áreas do rio Uberabinha.



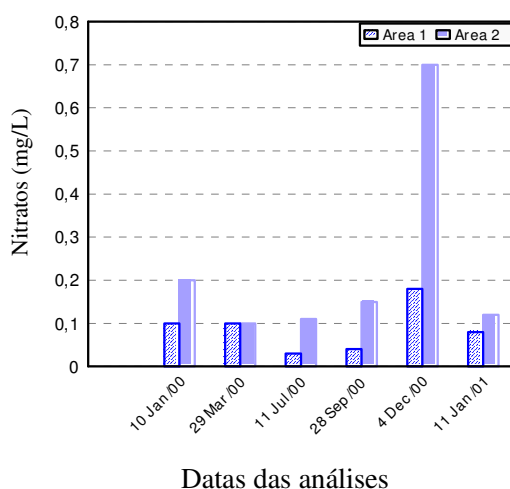
**FIGURA 1.22-** Nitrogênio amoniacal da água nas duas áreas do rio Uberabinha.

## 8. Nitratos e nitritos

As concentrações de nitratos (Figura 1.23) variaram de 0,03 a 0,18 mg/L na Área 1 e de 0,07 a 15,00 mg/L na Área 2. A Área 2 apresentou maior concentração de nitratos, exceto em março, cujos valores foram os mesmos nas duas áreas (0,10 mg/L), e em dezembro, com valor mais elevado na Área 1 (0,18 mg/L) em relação à Área 2 (0,07 mg/L).

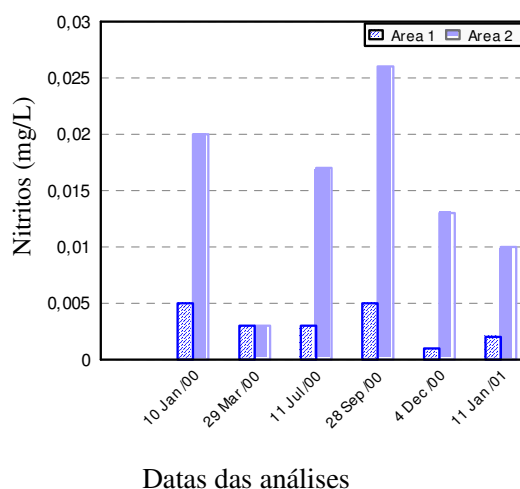
A Área 2 apresentou maior variação nos valores de nitritos, bem como maior concentração desse nutriente quando comparada a Área 1, que apresentou um perfil homogêneo.

Menor concentração de nitrito ocorreu em março (0,003 mg/L, nas duas áreas do rio) (Figura 1.24).



Datas das análises

**FIGURA 1. 23-** Nitratos da água nas duas áreas do rio Uberabinha.



Datas das análises

**FIGURA 1.24-** Nitritos da água nas duas áreas do rio Uberabinha

## 9. Análises estatísticas

A Tabela 1.1 contém as médias com desvio padrão, valores de T referentes aos testes de Wilcoxon e valores de P das variáveis climatológicas e hidrológicas nas duas áreas do rio.

Das quinze variáveis analisadas, oito apresentaram diferenças estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre as áreas (umidade relativa do ar, sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica, temperatura da água, transparência da água, concentração de nitritos, sólidos suspensos e turbidez da água).



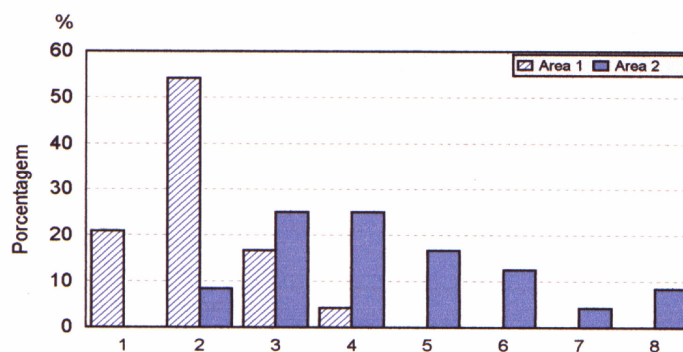
**TABELA 1.1-** Médias e desvios padrão das variáveis climatológicas e dos parâmetros físicos e químicos da água do rio Uberabinha com respectivos valores de T (teste de Wilcoxon) e de P (nível de significância)

Variáveis	Área 1	Área 2	Wilcoxon T	Nível de significância
	Média ± dp	Média ± dp		P
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	8,147±1,072	23,541 ± 9,987	<b>3.624</b>	0,000
Condutividade elétrica (µS/cm)	7,976 ± 0,966	23,341 ± 9,913	<b>3.621</b>	0,000
Potencial hidrogeniônico	6,708 ± 0,907	6,539 ± 0,785	-0,362	0,717
Temperatura da água (°C)	22,494 ± 2,946	23,371 ± 2,541	<b>3.410</b>	0,001
Transparência da água (cm)	93,917 ± 31,968	78,458 ± 36,690	<b>-2.201</b>	0,028
Velocidade da água (m/s)	2,056 ± 0,961	2,071 ± 0,488	0,674	0,500
Fosfato total (mg/L)	0,051 ± 0,034	0,073 ± 0,052	1,483	0,138
Nitratos (mg/L)	0,088 ± 0,054	0,125 ± 0,045	0,813	0,416
Nitritos (mg/L)	0,003 ± 0,002	0,015 ± 0,008	<b>2.023</b>	0,043
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,467 ± 1,143	0,467 ± 1,143	0,000	1,000
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,260 ± 1,396	5,843 ± 1,438	-0,405	0,686
Sólidos suspensos (mg/L)	23,333 ± 6,532	36,167 ± 9,261	<b>2.201</b>	0,028
Turbidez da água (N.T.U)	9,300 ± 8,116	11,100 ± 8,682	<b>2.201</b>	0,028
Temperatura do ar (°C)	27,912 ± 3,943	29,676 ± 5,288	1,324	0,186
Umidade relativa do ar (%)	67,706 ± 15,152	58,647 ± 19,102	<b>-2.950</b>	0,003

\* Valores de T em negrito: significativo a 5%.

## 10. Microbiologia

Das vinte e quatro análises realizadas para cada área do rio, em apenas uma da Área 1 não ocorreu crescimento de bactérias. Nesta área, o número de espécies de bactérias variou de uma a quatro por amostra, sendo que a maior porcentagem (54,17%) foi de duas espécies por amostra, enquanto que na Área 2, o número de espécies variou de duas a oito por amostra, com maior porcentagem (25,00%) apresentando de três a quatro espécies (Figura 1.25).



**FIGURA 1.25-** Porcentagem de espécies de bactérias por amostras nas duas áreas do rio Uberabinha.

Foram identificadas oito espécies de bactérias na Área 1 e vinte e duas na Área 2, sendo seis espécies comuns nas duas áreas. *Escherichia coli* foi a de maior ocorrência nas áreas, com 62,50 % na Área 1 e 100,00 % na Área 2, e as de menor ocorrência foram *Salmonella cholerae suis* e *S. typhimurium* (4,17 %) na Área 1 e *Clostridium* sp, *Morganella morgani* e *Proteus mirabilis* (4,16 %) na Área 2 (Tabela 1.2).

**TABELA 1.2-** Números e porcentagens de ocorrência das espécies de bactérias nas duas áreas do rio Uberabinha.

Áreas	Bactérias	Ocorrências / amostras	Porcentagem de ocorrência
1	<i>Bacillus cereus</i> *	5	20,83
	<i>Bacillus subtilis</i> *	8	33,33
	<i>Citrobacter freundii</i>	7	29,17
	<i>Chromobacter violaceum</i>	6	29,17
	<i>Escherichia coli</i> *	15	62,50
	<i>Salmonella cholerae suis</i> *	1	4,17
	<i>Salmonella typhimurium</i> *	1	4,17
	<i>Salmonella typhi</i> *	4	6,67
2	<i>Aeromonas hydrophyla</i>	5	20,83
	<i>Alcaligenes denitrificans</i>	7	29,17
	<i>Alcaligenes faecalis</i>	6	25,00
	<i>Arizona</i> sp	5	20,83
	<i>Bacillus cereus</i> *	3	12,50
	<i>Bacillus subtilis</i> *	8	33,33
	<i>Clostridium sporogenes</i>	2	8,33
	<i>Clostridium</i> sp	1	4,16
	<i>Enterobacter aerogenes</i>	10	41,67
	<i>Escherichia coli</i> *	24	100,00
	<i>Morganella morgani</i>	1	4,16
	<i>Moraxella catarrhalis</i>	5	20,83
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	4	16,67
	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	3	12,50
	<i>Proteus mirabilis</i>	1	4,16
	<i>Providência rettgeri</i>	3	12,50
	<i>Salmonella cholerae suis</i> *	5	20,83
	<i>Salmonella typhimurium</i> *	3	12,50
	<i>Salmonella typhi</i> *	4	16,67
	<i>Shigella boydii</i>	1	4,16
<i>Shigella flexnerii</i>	3	12,50	
<i>Shigella sonnei</i>	3	12,50	

(\*) Ocorrência em ambas as áreas.

## 11. Defensivos agrícolas

Dos vinte e três defensivos agrícolas pesquisados, foram detectados oito na Área 1 e dez na Área 2 (Tabela 1.3).

**TABELA 1.3-** Quantidade de defensivos agrícolas ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ) no sedimento nas duas áreas do rio Uberabinha.

Defensivos agrícolas	Área 1	Área 2
BHC ( $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$ )		
$\alpha$ - BHC	903,8	1 608,4
$\beta$ - BHC	nd	nd
$\chi$ - BHC	nd	nd
$\gamma$ - BHC	8 601,5	13 481,4
Heptachlor( $\text{C}_{10}\text{H}_5\text{Cl}_7$ )	nd	nd
Transheptachlor	4 767,6	1 897,1
Aldrin ( $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{Cl}_6$ )	141,7	159,7
Endosulfan ( $\text{C}_9\text{H}_6\text{Cl}_6\text{O}_3\text{S}$ )		
$\alpha$ - Endosulfan	4 081,3	457,1
$\beta$ - Endosulfan	32,3	nd
Endosulfan-Sulfato	nd	nd
Endrin ( $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{Cl}_6\text{O}$ )	nd	nd
Endrim-Aldeido	nd	nd
DDT ( $\text{C}_{14}\text{H}_9\text{Cl}_5$ )		
4,4' - DDT	nd	nd
4,4' - DDE + Dieldrin	nd	nd
4,4' - DDD	nd	nd
Methoxychlor ( $\text{C}_{16}\text{H}_{15}\text{Cl}_3\text{O}_2$ )	nd	nd
HCB ( $\text{C}_6\text{Cl}_6$ )	39,0	164,1
PCP ( $\text{C}_6\text{HCl}_5\text{O}$ )	nd	1 910,6
PCB <sub>5</sub>	nd	622,9
PCB <sub>50</sub>	nd	nd
PCB <sub>154</sub>	nd	nd
PCB <sub>200</sub>	nd	431,3
Atrazina ( $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{ClN}_5$ )	19 147,0	1 010,6

nd: não detectado

O  $\beta$ -Endosulfan foi encontrado apenas na Área 1, enquanto o PCP, PCB<sub>5</sub> e PCB<sub>200</sub> ocorreram apenas na Área 2.

Dos organoclorados com ocorrência nas duas áreas, o Transheptachlor,  $\alpha$ -Endosulfan e a Atrazina apresentaram maiores concentrações na Área 1, e o  $\alpha$ -BHC,  $\gamma$ -BHC, Aldrin e HCB, na Área 2.

A Tabela 1.4 contém os valores de pH da suspensão do sedimento, teor de matéria orgânica e umidade das amostras dos sedimentos das duas áreas.

**TABELA 1.4-** Teores de matéria orgânica, umidade relativa e valores do potencial hidrogeniônico no sedimento das duas áreas do rio Uberabinha.

	Área 1	Área 2
Matéria orgânica (%)	4,34	1,84
Umidade relativa (%)	5,67	4,44
pH	4,84	6,24

O sedimento da Área 1 apresentou teores mais elevados de matéria orgânica e maior umidade, enquanto que o pH foi maior na Área 2.

## DISCUSSÃO

---

### 1. Variáveis climatológicas e parâmetros físicos e químicos da água

A temperatura da água é um fator chave nos ambientes aquáticos, pois não só influencia a concentração de oxigênio dissolvido, como também interfere no metabolismo dos organismos, influenciando na reprodução, acelerando a velocidade das reações e elevando a taxa de degradação da matéria orgânica (BOTTRELL et al., 1976).

No rio Uberabinha, a temperatura da água mostrou variação sazonal, acompanhando a variação da temperatura do ar, corroborando com os dados de SHIMIZU (2000) para o mesmo rio.

Embora as médias das temperaturas da água durante o período analisado tenham sido próximas nas duas áreas, a de predomínio de uso agropecuário apresentou temperaturas mais amenas, provavelmente relacionadas à maior quantidade de vegetação presente nas margens, com mata ciliar em vários pontos a montante e no próprio local de amostragem.

Segundo ESTEVES (1988), a grande maioria dos ambientes aquáticos apresentam pH variando entre 6 e 8 podendo-se, entretanto, encontrar ambientes ácidos ou mais alcalinos, sendo que no Brasil os ambientes com baixos valores de pH são encontrados principalmente nas regiões de terra firme da Amazônia Central, no litoral (faixa de restinga) e em regiões turfeiras.

No rio Uberabinha a água variou de ácida a alcalina, embora o perfil médio seja de água ligeiramente ácida, tanto na área de predomínio de uso agropecuário como na de uso urbano, tendo SHIMIZU (2000) também relatado que os valores de pH da água do rio Uberabinha apontaram para uma água levemente ácida não tendo, contudo, registrado nenhum valor acima de 6,8. Segundo a Resolução N° 20, de 18 de junho de 1986 do CONAMA (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 1988), o pH deveria ficar entre 6,0 a 9,0. Contudo, o rio Uberabinha apresentou pH com valores inferiores a 6,0 nas amostras de fevereiro, março e dezembro na área de predomínio agropecuário e nas amostras de janeiro, março, maio e dezembro de 2000 na área urbana.

CARVALHO (1996), estudando a interação entre o ecossistema aquático e o terrestre em dois afluentes do rio Jacaré-Guaçu em Itirapina/SP, relatou que o pH foi

mais ácido no ribeirão da Onça, sendo uma variável que o distingue do ribeirão do Feijão. Afirmou ainda que, na porção final dos ribeirões, o pH foi maior em área de floresta ripária quando comparado a outras coberturas vegetais. SOUZA & TUNDISI (2000) encontraram valores mais altos para pH e condutividade elétrica no rio Jaú, ao compará-lo ao rio Jacaré-Guaçu, embora o pH tenha sido ácido nos dois rios. BRONDI (2000) também encontrou valores de pH ácidos em três represas de captação de água do ribeirão das Cruzes, ribeirão das Anhumas e córrego do Paiol, que abastecem a cidade de Araraquara, interior de São Paulo, tendo mencionado que temperaturas mais altas no período de chuva e valores de pH ácido são características dos rios da região.

HUTCHINSON (1967) citou que o pH também pode ter grande influência sobre a condutividade elétrica, principalmente em águas pobres em sais solúveis e baixos valores de pH, onde o íon  $H^+$  é o principal responsável pelos valores de condutividade elétrica. WETZEL (1993) mencionou que os valores de condutividade elétrica estão fortemente relacionados com a temperatura, aumentando cerca de 2% por °C.

Em regiões tropicais, ESTEVES (1988) relatou que a condutividade elétrica dos ecossistemas aquáticos está mais relacionada com as características geoquímicas da região onde se localizam e com as estações de seca e de chuva do que com o estado trófico, tendo BRONDI (2000) atribuído os elevados valores de condutividade elétrica e turbidez em três represas do estado de São Paulo à grande quantidade de material carregado para o rio pela chuva.

A condutividade elétrica da água do rio Uberabinha não se relacionou nem com a temperatura, como citado por WETZEL (1993), nem com o pH, como mencionado por HUTCHINSON (1967), mas com a quantidade de sólidos totais dissolvidos, evidenciando que uma maior quantidade de material em suspensão eleva a condutividade elétrica da água. Esta relação ficou bastante evidente ao se compararem essas duas variáveis nas duas áreas do rio, onde a de predomínio de uso urbano apresentou quantidades superiores de sólidos dissolvidos em consequência das descargas de esgotos e das águas provenientes das galerias de escoamento dos córregos São Pedro, Jataí, Lagoinha e Mogi.

As flutuações das quantidades de sólidos totais dissolvidos e de sólidos suspensos constatadas na área de predomínio urbano, provavelmente referem-se à irregularidade das quantidades de dejetos oriundos dos esgotos descarregados no rio e não da água

proveniente dos córregos, uma vez que estas flutuações não acompanharam o período de seca e de chuva. Segundo KUHNLE et al. (1996), a principal causa de aumento de sólidos em suspensão é o uso e ocupação do solo.

Assim como no rio Uberabinha, TUNDISI (1981) e FREIRE & PINTO-COELHO (1986) também encontraram uma associação entre aumento da condutividade elétrica e o grau de urbanização nas bacias de reservatório de São Paulo e de Minas Gerais, respectivamente.

A transparência da água do rio Uberabinha apresentou relação com a sazonalidade, mais transparente no período de seca e menos transparente no período de chuvas. Isto provavelmente ocorreu em função de materiais carregados para o rio, durante o período chuvoso, em que a transparência da água apresentou relação inversa com os valores de sólidos suspensos, tendo a área de predomínio urbano apresentado menor transparência e maiores quantidades de sólidos totais dissolvidos e sólidos suspensos quando comparada com a área de predomínio agropecuário.

Menor transparência da água durante o período chuvoso também foi constatada em alguns reservatórios de Minas Gerais, como o de Vargem das Flores (FREIRE & PINTO-COELHO, 1986) e o de Nova Ponte (SILVA, 1998), sendo que a relação da transparência da água e da quantidade de material em suspensão com a estação chuvosa foi descrita por HENRY, CARAMASCHI, TUNDISI (1978), sendo uma característica comum nos reservatório tropicais brasileiros, segundo TUNDISI et al. (1991).

A turbidez pode significar a existência de sólidos suspensos orgânicos ou minerais provenientes de lançamento de águas residuárias ou de processos erosionais na bacia (SOUZA, 1990), e segundo DAJOZ (1972), o teor de oxigênio está geralmente em razão inversa da turvação.

O fato de a turbidez da água do rio Uberabinha ter aumentado no início e no final do período chuvoso pode estar relacionado com as grandes modificações que ocorrem no rio em função das chuvas, alterando a dinâmica do rio, aumentando o volume das águas e carregando materiais das margens para a água, o que poderia determinar uma maior dispersão dos raios luminosos em função das partículas em suspensão.

SOUZA (1990) relatou que, além das partículas em suspensão, o plâncton, algas, microorganismos, matéria orgânica dos esgotos interferem na turbidez e para SCHÄFER (1985), nas regiões climáticas que apresentam épocas chuvosas e secas, o

desenvolvimento das algas encontra-se diretamente relacionado a esse fenômeno sazonal, em função da maior ou menor velocidade da água e do nível do rio. É provável que os menores valores de turbidez em janeiro, período de alta precipitação, estejam relacionados à influência de outros fatores, como por exemplo a uma menor composição das comunidades fitoplanctônicas, pois LAKSHMINARAYANA (1965) constatou uma considerável redução no número de espécies e nas quantidades de diatomáceas no rio Ganges durante o período das chuvas.

SCHÄFER (1985) relatou que a velocidade da água varia em função da conformação do leito do rio e que velocidades de até 4 m/s ocorrem em casos de enchentes, devido ao atrito com o material sólido do leito.

Embora em Uberlândia as condições climáticas determinem um longo período seco, que vai de maio a setembro com baixa pluviosidade e pouca umidade do ar (ROSA, LIMA, ASSUNÇÃO, 1991), os rios, mesmo com sua vazão reduzida, são mantidos por volumes de água que são aos poucos liberados nos períodos secos e que se encontram armazenados nos arenitos assentados sobre camadas impermeáveis, como o basalto ou as concreções ferruginosas que ocorrem no ambiente regional (SCHNEIDER, 1996).

No rio Uberabinha, a velocidade instantânea da água foi mais alta no período da seca, tendo SHIMIZU (2000) mencionado para o mesmo rio, que a vazão caracteriza bem o período de cheia e de seca, sendo que no período da seca a vazão reduziu para até 1/3 da vazão de cheia em um local a montante das duas áreas onde foram realizadas as medidas de velocidade da água.

Segundo DAJOZ (1972), o teor de oxigênio na água está geralmente em razão inversa da turvação, e para BRANCO (1986), a temperatura da água interfere diretamente na capacidade de dissolução do oxigênio, de modo que a elevação da temperatura reduz a dissolução de oxigênio na água.

No rio Uberabinha, as concentrações de oxigênio não mostraram relação com a turbidez nem com a temperatura, e sim com a sazonalidade; tendo SHIMIZU (2000), também constatado a influência da sazonalidade nos teores de oxigênio dissolvido e na demanda bioquímica de oxigênio no mesmo rio.



O aumento dos teores de oxigênio no período das chuvas deve estar mais relacionado à difusão do oxigênio atmosférico na água em consequência das chuvas, que aumentam o volume e a movimentação das águas nas cachoeiras e corredeiras do rio.

SHIMIZU (2000) relatou que a variação espacial dos teores de oxigênio dissolvido e a demanda bioquímica de oxigênio no rio Uberabinha se mostraram coerentes, tendo ocorrido uma elevação da demanda bioquímica de oxigênio para cada depressão de oxigênio dissolvido. O fator que comanda o aumento do oxigênio dissolvido na massa d'água deve ser uma combinação entre o efeito do aumento da temperatura, a vazão que proporciona melhor capacidade de diluição da demanda de oxigênio e a insolação mais intensa que atua diretamente na produção fotossintética de oxigênio.

Embora no rio Uberabinha a área de predomínio urbano tenha apresentado menor média de oxigênio dissolvido em relação à área de predomínio agropecuário, não foi constatada diferença significativa entre as áreas quanto a esse parâmetro, tendo SHIMIZU (2000) relatado para o mesmo rio, que os teores de oxigênio dissolvido sofrem uma redução ao receber a carga de poluição e gradativamente tende a recuperar sua taxa de saturação, denotando a atuação do fenômeno de autodepuração.

SOUZA & TUNDISI (2000), constataram que o rio Jaú apresentou águas menos oxigenadas (6,43 mg/L) quando comparado ao rio Jacaré-Guaçu (7,11 mg/L), tendo relacionado esta diferença à presença de impactos pontuais e pequenas quantidades de matas ciliares no rio Jaú. Ao comparamos as duas áreas do rio Uberabinha, também constatamos que as águas mais oxigenadas ocorreram na área com predomínio agropecuário, onde estão presentes matas ciliares em alguns pontos das margens e cujas águas não recebem grandes cargas de esgotos domésticos.

Onde as atividades humanas são mais intensas, a concentração de nitrogênio e fósforo nas águas dos riachos e dos rios aumenta repentinamente à medida que as bacias hidrográficas tornam-se mais “domesticadas”, isto é, à medida que aumenta a porcentagem de área sob uso agrícola e urbano (ODUM, 1988).

Dentre os nutrientes pesquisados no rio Uberabinha, os nitritos foram os que variaram significativamente entre as áreas, tendo apresentado maiores valores na área de predomínio urbano. Provavelmente, isto ocorreu em consequência dos despejos dos esgotos associados a substâncias carreadas das agriculturas nos córregos São Pedro,

Jataí, Lagoinha e Mogi, que lançam suas águas a aproximadamente 2 km a montante do local onde as amostras de água foram retiradas. Contudo, os teores obtidos foram inferiores ao máximo permitido pela Resolução N° 20 de 18 de junho de 1986 do CONAMA (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 1988).

Os teores de fosfato total, embora não tenham sido estatisticamente diferentes entre as áreas, apresentaram valores elevados, pois segundo a Resolução N° 20, de 18 de junho de 1986 do CONAMA (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 1988), os teores obtidos para fosfato total em quatro amostras (10/01/00, 29/03/00, 4/12/00 e 11/01/01) foram de 3,0 a 5,2 vezes maiores que o máximo permitido. Na área de predomínio agropecuário, estes altos valores provavelmente tenham sido decorrentes de adubações com o macronutriente fósforo, e na área de predomínio urbano devem estar relacionados ao carreamento pela correnteza do rio, uma vez que esta área fica a jusante da área de predomínio agrícola, associados ao fósforo proveniente de sabões e detergentes oriundos dos esgotos domésticos presentes nesta área. Também, SERVAIS et al. (1999) atribuíram a detergentes os elevados teores de fosfatos encontrados em rios da França e Bélgica.

Tanto o rio Uberabinha, como vários dos seus afluentes a montante das áreas onde se recolheram amostras da água, atravessam áreas de predomínio de uso agropecuário, sendo usual em várias fazendas a rotatividade de culturas de soja e milho (SCHNEIDER, 1996). Nas culturas de milho é usual a aplicação de uma pequena dose de nitrogênio (uréia e/ou sulfato de amônio) na semeadura, reservando-se a maior porção do nitrogênio para aplicação em uma ou duas adubações de coberturas, após 30 a 45 dias da emergência das sementes e às vezes mais tarde também (YAMADA, 1997).

Como o plantio do milho nas zonas geográficas do Triângulo e Alto Paranaíba geralmente ocorre em novembro e dezembro, e o nitrogênio amoniacal somente foi detectado no início de janeiro de 2000, e em alta concentração (1,8 vezes maior que o máximo permitido, segundo a Resolução N° 20, de 18 de junho de 1986 do CONAMA) (COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL, 1988), muito provavelmente foi em consequência da aplicação dessas coberturas carreadas pelas chuvas para as águas dos córregos, riachos atingindo o rio Uberabinha. Inclusive

ocorreram chuvas em dias anteriores à retirada das amostras para as análises físico-químicas em janeiro de 2000, reforçando esta hipótese.

Coincidentemente, em treze rios na Grécia, SKOULIKIDIS (1993) também encontrou altas concentrações de nitrato, fosfato e potássio como resultado da aplicação de fertilizantes.

Sendo a cultura do milho anual e substituída no ano seguinte por soja, que não utiliza fertilizantes nitrogenados, juntamente com a ocorrência de poucas chuvas na semana que antecedeu a coleta das amostras de água justificam a não ocorrência de nitrogênio amoniacal em janeiro de 2001.

Embora não tenham ocorrido diferenças nos teores de nitrogênio amoniacal nas duas áreas, é possível que parte deste nutriente oriundo da adubação tenha sido incorporado ao rio durante o seu carreamento. O fato de o mesmo valor ter sido encontrado na área de predomínio urbano pode ser em consequência do uso de materiais de limpeza a base de amoníaco, levados até o rio pelos esgotos.

## **2. Parâmetros microbiológicos**

As diferentes influências antrópicas pelo tipo de uso do solo refletiram na composição das bactérias da água entre as duas áreas do rio Uberabinha, ocorrendo uma maior variedade e número de espécies de bactérias por amostras na área de predomínio urbano, onde o rio recebe os despejos de esgotos domésticos, evidenciando maior contaminação nesta área. Fato semelhante a este também foi observado no rio Sena por SERVAIS et al. (1999).

Das espécies isoladas, somente na área de predomínio agropecuário, *Chromobacter violaceum* vive na água e no solo, e raramente está associada à patologia humana, enquanto que *Citrobacter freundii*, do grupo dos coliformes, é encontrada na água, nos alimentos e no conteúdo intestinal do homem e animais, podendo determinar infecções, como pielonefrites, abscesso cerebral, endocardite e bacteremias (MÓS, 1999).

*Salmonella cholerae suis*, presente nas duas áreas, devido à criação de suínos nas margens do rio, constatado durante os trabalhos de campo, é o agente etiológico do paratifo suíno, e segundo OLIVEIRA (1984), pode determinar no homem septicemia, osteomielite, abscesso no fígado, baço e medula óssea.

*Salmonella typhi*, agente etiológico da febre tifóide e *Salmonella typhimurium*, encontradas em infecções animais e causadora de gastroenterite aguda no homem (BIER, 1994), foram encontradas no rio Uberabinha nas duas áreas analisadas.

*Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Proteus* e *Pseudomonas* são bactérias que podem ser encontradas na água (MIKAT & MIKAT, 1981; ARAUJO et al., 1989; GUIMARÃES et al., 1993; SOARES & MAIA, 1999). Espécies pertencentes a estes gêneros ocorreram no rio Uberabinha, sendo que *Proteus* e *Pseudomonas* ocorreram somente na área de predomínio urbano, área exposta a esgotos domésticos, tendo MIKAT & MIKAT (1981) e GOÑI-URRIZA et al. (1999) também mencionado a ocorrência destes gêneros de bactérias em esgotos.

*Bacillus cereus* e *B. subtilis* foram encontrados nas duas áreas do rio Uberabinha e segundo MÓS (1999), os *Bacillus* por produzirem esporos, são capazes de sobreviver em condições adversas de dessecação, temperatura e pH, tendo por isso ampla distribuição na natureza, sendo que *B. cereus* pode estar presente em infecções cutâneas, necrose, gangrena, bacteremia, septicemia, pneumonia, meningite, infecções oculares e intoxicações alimentares. McCARTY (1979) mencionou que *B. subtilis* excepcionalmente pode determinar infecções oculares no homem.

Provavelmente, a ocorrência de *Arizona* na água do rio Uberabinha deve estar relacionada à contaminação por animais, pois durante os trabalhos de campo pôde-se constatar a presença de inúmeras aves silvestres, excremento de capivara e mamíferos domésticos nas duas áreas, aves domésticas na área de predomínio urbano, além da ocorrência dos cágados *Phrynos geoffroanus*. Segundo MIKAT & MIKAT (1981), esta bactéria é de ocorrência rara no homem, podendo determinar gastroenterite e outras infecções, sendo freqüentemente encontrada em animais silvestres, incluindo aves e mamíferos, tendo BIER (1994) citado que *Arizona* é comum no trato intestinal de répteis e FRYE (1991) associado esta bactéria a doenças nestes animais.

Na área de predomínio urbano, foram isoladas uma espécie de *Aeromonas* e duas de *Pseudomonas*. As *Aeromonas* produzem doenças em animais aquáticos ectotérmicos (AGARVAL, KAPOOR, BHILEGAONKAR, 2000; KONEMAN et al., 2001). Em seres humanos, *Aeromonas hydrophila* pode causar diarreia, peritonite, faringite, broncopneumonia, abscessos, celulite, infecções do trato urinário, piometra, osteomielite, artrite, miosite, meningite e septicemia (MIKAT & MIKAT, 1981). As

*Pseudomonas* são oportunisticamente patogênicas para o homem e animais, podendo determinar doenças graves, principalmente *P. aeruginosa*.

Segundo MÓS (1999), a maioria das espécies de *Clostridium* são saprófitas, vivendo em água, plantas, alimentos, solo enquanto outras vivem como comensais no trato gastrointestinal e respiratório do homem e dos animais. McCARTY (1979) citou que alguns desses saprófitas são também patógenos em circunstâncias apropriadas causando doenças como botulismo, tétano e gangrena gasosa. Na área de predomínio urbano, foram identificados *Clostridium* sp e *C. sporogenes*, tendo sido relatado por MIKAT & MIKAT (1981) que *C. sporogenes* é a segunda espécie em ordem decrescente de frequência que pode determinar gangrena gasosa.

*Escherichia coli* compreende enterobacteriáceas móveis ou imóveis (BIER, 1994). Em um mesmo clone, podem ocorrer as duas formas, sendo as amostras imóveis derivadas das móveis por perda mutacional do flagelo (CAMPOS & TRABULSI, 1999). Esta espécie foi a de maior ocorrência nas duas áreas do rio Uberabinha, contudo, verificaram-se formas diferentes, encapsuladas, na área de predomínio urbano. Segundo CAMPOS & TRABULSI (1999), *E. coli* compreende grande número de grupos e tipos sorológicos que possuem características de virulência distintas, o que sugere que esta espécie é constituída por uma variedade relativamente grande de bactérias patogênicas, sendo muito versátil em sua patogenicidade, podendo causar infecções intestinais, urinárias, septicemias, meningites e outros tipos de infecção no homem.

O método que utiliza a identificação de *Escherichia coli* para determinar os índices de contaminação das águas, mencionado por SOARES & MAIA (1999) foi citado como questionável por ARAÚJO et al. (1990), porque segundo BERMUDEZ & HAZEN (1988) esta espécie pode ser autóctone em água doce tropical.

A ocorrência da *E. coli* na grande maioria das amostras de água do rio Uberabinha, associada à *Citrobacter freundii* encontrada na área de predomínio agropecuário e *Enterobacter aerogenes* na área urbana, todas do grupo coliformes, constitui um indicativo de poluição fecal no rio Uberabinha. Outras bactérias encontradas na água do rio Uberabinha, segundo BIER (1994), também podem ocorrer no intestino do homem, em condições normais ou em casos de doenças, como *Alcaligenes faecalis*, *Proteus mirabilis*, *Providencia rettgeri*, *Morganella morganii*, *Salmonella typhimurum*, *S. typhi*, *Shigella boydii*, *S. flexneri* e *S. sonnei*.

### 3. Defensivos agrícolas

Os compostos organoclorados são menos tóxicos que os organofosforados. Porém, pelo fato de os organoclorados apresentarem baixa volatilidade à temperatura ambiente, baixa taxa de degradação biótica e abiótica e características hidrofóbicas e cumulativas, tornam-se contaminantes ambientais altamente persistentes no ambiente e de fácil disseminação vegetal e animal (MARTIN, 1992).

Os organoclorados ao atingirem os corpos d'água, devido à baixa solubilidade em água, são adsorvidos nas partículas de sedimento e, ao se associarem ao material em suspensão, são com ele transportados. Depositam-se, então, no fundo, podendo ocorrer ressuspensão até serem transportados para fora do sistema ou reiniciarem a sedimentação (LEPRI et al., 1995).

Os sedimentos constituem um fator muito importante do sistema aquático por sua participação no equilíbrio dos poluentes solúveis/insolúveis e por sua maior permanência no corpo de água, sendo, em geral, integradores das cargas poluentes recebidas pelas águas (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 1988).

Através da contaminação da água, diretamente relacionada à contaminação do solo, os pesticidas adsorvidos nas partículas suspensas no meio aquático atingem as comunidades aquáticas e, a partir delas, se incorporam na cadeia alimentar pela ingestão de alimentos, pela água e pela assimilação direta do meio (MARTIN, 1992; CALHEIROS, 1993; CARVALHO, 1996; TANGREDI & EVANS, 1997). Portanto, os sedimentos, onde resíduos de poluentes estariam suscetíveis a ressuspensão, são contaminantes potenciais (ZAMBONI, 1993; CARVALHO, 1996).

A ocorrência de resíduos de Heptacloro, Lindane, Endrin e Dieldrin nas águas do rio Uberabinha foi constatada por SCHNEIDER (1996), que também mencionou a detecção de DDT, BHC e Heptacloro epóxico em amostras de água analisadas em 1986 e 1987 por iniciativa da Prefeitura Municipal de Uberlândia.

Considerando-se as análises de sedimentos do rio Uberabinha, tanto na área de domínio urbano quanto agropecuário, apenas o BHC e o Heptacloro corroboram com os citados na água por SCHNEIDER (1996). O Aldrin, encontrado no sedimento do rio nas duas áreas com diferente ocupação do solo, também foi detectado por SCHNEIDER (1996), nas análises de amostras de solo em cultura de soja e de seringueira.

Ainda de acordo com SCHNEIDER (1996), os fertilizantes e os defensivos agrícolas, a partir da década de 70, passaram a ser utilizados cada vez mais intensamente na área da bacia do Uberabinha e, com a implantação de florestas homogêneas, produtos como aldrin e BHC foram amplamente utilizados para a prevenção de ataques de formigas e cupins.

Dentre os inseticidas organoclorados, o hexaclorocicloexano (BHC ou HCH), além de combater um grande número de insetos, é um dos que têm ação aficida, e apresenta eficácia contra os escorpiões (MARICONI, 1988).

Próximo à bacia do Uberabinha, o BHC foi detectado em amostras de solo em cultura de milho, soja e seringueira (SCHNEIDER, 1996) que, associado ao encontro do BHC no sedimento do rio na área de predomínio agropecuário, comprova o uso deste produto na agricultura.

Dos isômeros do BHC, o  $\gamma$ -BHC é o único com poder de inseticida (MARICONI, 1988). Entretanto, a ocorrência do  $\alpha$ -BHC no rio Uberabinha pode ser em decorrência da degradação do  $\gamma$ -BHC, como mencionado por MATSUMURA (1975), tendo CALHEIROS (1993) também atribuído à degradação do  $\gamma$ -BHC a ocorrência de  $\alpha$  e  $\beta$ -BHC na represa de Barra Bonita no rio Tietê /SP, tendo encontrado em menor concentração o  $\gamma$ -BHC. Como o  $\gamma$ -BHC tem alta taxa de degradação, a sua ocorrência, e em maiores concentrações quando comparado com o  $\alpha$ -BHC, nas duas áreas do rio Uberabinha, indica contaminação recente, corroborando com MURTY (1986).

Os isômeros  $\alpha$  e  $\gamma$  -BHC, embora detectados no sedimento nas duas áreas analisadas, apresentaram concentrações mais elevadas na área de predomínio urbano. Esta maior concentração provavelmente deve estar relacionada, além do possível carreamento do BHC oriundo das áreas de agricultura, ao uso indiscriminado deste composto no combate aos insetos nocivos nos ambientes domiciliares e peridomiciliares em épocas anteriores à sua proibição, principalmente no combate de pulgas e piolhos.

Embora em Uberlândia seja freqüente a ocorrência de escorpiões, inclusive de *Tityus serrulatus*, responsáveis pelos acidentes humanos de maior gravidade, e de ocorrência em vários bairros da cidade, como registrados por OLIVEIRA (1995) e OLIVEIRA (1997), é pouco provável que o BHC tenha sido utilizado no combate destes aracnídeos, pois segundo informações obtidas no Centro de Controle de Zoonoses da Prefeitura Municipal, no período em que o BHC foi comercializado, havia uma pequena

incidência dos escorpiões, não representando naquela ocasião importância para a saúde pública.

O Heptacloro é um inseticida utilizado principalmente contra insetos subterrâneos, principalmente formigas e cupins (MARICONI, 1988), tendo CALHEIROS (1993) citado que em ambientes aquáticos o Heptacloro é rapidamente hidrolisado a 1-hidroxicloreto e em organismos sofre epoxidação, tornando-se Heptacloro epóxi, de toxicidade mais elevada.

Nos sedimentos do rio Uberabinha, nas duas áreas analisadas, não se detectou a presença do Heptacloro, sendo que o Trans-heptacloro ocorreu em maior quantidade na área de domínio agropecuário. SCHNEIDER (1996) não constatou a presença destes compostos na água do mesmo rio, provavelmente devido à hidrólise, embora tenha mencionado a ocorrência tanto do Heptacloro como do Heptacloro epóxico em solos nas culturas de soja, café, milho e seringueira, em fazendas do entorno do rio Uberabinha, o que justifica a maior concentração do trans-heptacloro no sedimento do rio na área de domínio agropecuário.

O Aldrin, que também é um inseticida utilizado principalmente no combate a formigas e cupins, é metabolizado pelos animais e vegetais e no solo em seu Epóxi-dieldrin (CALHEIROS, 1993). Os sedimentos do rio apresentaram o Aldrin em concentrações aproximadas nas duas áreas, sendo que na de uso urbano a concentração foi ligeiramente maior, tendo SCHNEIDER (1996) citado a presença do Dieldrin na água do rio Uberabinha e do Aldrin nos solos em culturas de soja e seringueira evidenciando, portanto, o uso deste composto pelos agricultores.

O fato de a área urbanizada ter apresentado um valor ligeiramente maior de Aldrin pode estar associado à possível utilização deste composto no combate de formigas, embora as vendas legais deste produto para uso doméstico esteja suspensa desde algum tempo. Entretanto, a pesquisa realizada junto às casas especializadas em produtos agropecuários em Uberlândia revelou que o produto é vendido indiscriminadamente e muitos dos proprietários rurais podem eventualmente trazer de suas fazendas para uso em seus domicílios urbanos.

No sedimento do rio Uberabinha, a maior concentração de Endossulfan ocorreu na área de domínio agropecuário, além de terem sido detectados dois isômeros, o  $\alpha$  e  $\beta$ -Endossulfan. Este resultado parece ser coerente, pois segundo MARICONI (1988), o



Endossulfan é um inseticida com indicação no combate de pulgões, percevejos, lagartas, tripses, formigas e alguns ácaros, tendo também ação como aficida .

O Hexaclorobenzeno (HCB) é um fungicida utilizado no tratamento de sementes, o que justifica sua ocorrência na área de predomínio agropecuário, uma vez que a agricultura de grãos é a de maior ocorrência na região. CALHEIROS (1993) mencionou que este produto também pode ser liberado em processos industriais de cloração ou como impureza na produção de pesticidas, tendo uso industrial na produção de tintas e de preservante de madeiras. O Pentaclorofenol (PCP), detectado apenas na área de predomínio urbano é também empregado na preservação da madeira, contra cupins, besouros broqueadores e fungos (MARICONI, 1988).

Tendo o PCP ocorrido apenas na área de predomínio urbano e o HCB apresentado maiores concentrações também nesta área e sendo ambos utilizados na preservação de madeiras, possíveis fontes de contaminação do rio Uberabinha foram investigadas junto às diversas madeireiras instaladas há mais de dezesseis anos em áreas com acesso aos dutos de drenagem para o rio, não se obtendo registros de tratamento de madeiras. Provavelmente, as fontes poluidoras no rio Uberabinha sejam as mesmas mencionadas no relatório elaborado por Health & Safeti Committee of the American Institute for Conservation, e relatadas por BABIN & McCANN (1992) afirmando que uma infinidade de dejetos químicos contendo HCB e PCB, provenientes de artes gráficas, laboratórios fotográficos e de análises, escolas e restaurantes entre outros, podem causar danos às pessoas e ao meio ambiente e parte deste material tem por destino final o curso de rios via emissários de esgotos ou escoamento de depósitos de lixo.

Bifenilas policloradas (PCBs) foram usadas no solo, em torno do caule das plantas, para matar insetos que danificavam raízes e também recomendou-se misturá-lo ao lixo para matar larvas da mosca doméstica, sendo também repelente das traças caseiras e dos besourinhos que atacam os tapetes (MARICONI, 1988).

As bifenilas são utilizadas industrialmente em grande escala na fabricação de transformadores e capacitores como fluidos isolantes (ADDISON, 1983); em tintas e vernizes como plastificantes; em borrachas e resinas de poliéster como retardantes de chama e como óleo lubrificante utilizado em máquinas agrícolas, além de terem efeito sinérgico no período de vida ativa dos inseticidas organoclorados (LARA, 1976). CALHEIROS (1993) mencionou ainda que são usadas no isolamento de fios elétricos,

como transferentes de calor, em tintas de tipo epoxi, adesivos sintéticos, tintas têxteis etc.

Os PCBs foram detectados apenas na área com predomínio urbano, não devendo, portanto, terem sido utilizados como inseticida na área de predomínio agropecuário, sendo provável que o seu carreamento para o rio tenha sido proveniente de indústrias químicas, postos de combustíveis, oficinas de equipamentos elétricos e de pinturas, tendo SOUZA (2000) mencionado que os efluentes industriais, esgotos despejados nos rios e lagos e fumaças decorrentes de produtos contendo bifenilas exercem forte influência no transporte desses compostos, e WORLD HEALTH ORGANIZATION (1976) citado que a principal fonte de poluição ambiental por PCB ocorre via dejetos industriais.

Provavelmente, sedimentos do rio Uberabinha na área de predomínio urbano devem conter resíduos de carbamatos, piretróides e outros pesticidas organofosforados não determinados nas análises de sedimentos, devido à utilização destes produtos no controle dos vetores da dengue e da comercialização e uso indiscriminado para o combate a insetos domiciliares e sinantrópicos.

Herbicidas e nematicidas são contaminantes potenciais de águas naturais porque são diretamente aplicados ao solo e transportados para a água subterrânea ou lixiviados para as águas superficiais (SOUZA, 2000).

O herbicida Atrazina, composto que pertence à classe das S-triazinas tem, segundo ALMEIDA & RODRIGUES (1988), seu uso indicado para uma série de culturas, inclusive milho, café e seringueira. Estas culturas estão presentes na região da bacia do rio Uberabinha, que justificam a grande concentração deste composto no sedimento do rio na área de uso agropecuário.

No sedimento do rio Uberabinha, o pH apresentou-se ácido, com maior acidez na área de predomínio agrícola. Com poucas exceções, a toxicidade dos compostos organoclorados não é afetada por alterações do pH (PICKERING et al. apud MURTY, 1986), embora os processos de degradação de muitos compostos, como a hidrólise, sejam dependentes não somente da concentração hidrogeniônica como também da volatilização e da pressão de vapor (MURTY, 1986).

O sedimento coletado na área de predomínio agropecuário apresentou teores mais elevados de matéria orgânica e umidade, uma vez que esta área, em vários pontos, está

coberta por matas ciliares. Segundo CALHEIROS (1993), a quantidade de matéria orgânica (particulada, coloidal e dissolvida) influi na composição do sedimento, facilitando a ocorrência de processos adsorptivos dos compostos organoclorados, que se reflete nos níveis de concentração obtidos.

Entretanto, quanto a este parâmetro, torna-se complexo estabelecer uma comparação entre as duas áreas estudadas, pois embora as maiores concentrações dos compostos organoclorados de uso agrícola tenham ocorrido nas amostras de sedimento com maior teor de matéria orgânica, também é nesta área que a ocupação do solo é predominantemente de uso agropecuário, o que inviabiliza a comparação das concentrações dos organoclorados em função da matéria orgânica presente no sedimento.

Com relação aos defensivos agrícolas, tanto organoclorados como organofosforados, a Resolução Nº 20 de 18 de junho de 1986 do CONAMA (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 1988) contém informações apenas sobre os teores máximos permitidos na água. Contudo, os resultados para organoclorados obtidos no sedimento do rio Uberabinha são bastante preocupantes, constatando-se contaminação na região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- ADDISON, F. R. PCB replacements in dielétric fluids. **Environ. Sci. Technol.**, v. 17, n. 10, p. 486-494, 1983.
- AGARVAL, R. K., KAPOOR, K. N., BHILEGAONKAR, K. N. Aeromonads in foods animal origin. **Indian J. Anim. Sci.**, v. 70, n. 9, p. 942-943, 2000.
- ALMEIDA, F. S., ROCRIGUES, B. N. **Guia de herbicidas**. 2. ed. Londrina: [s.n.], 1988. 603 p. Edição dos autores.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standart methods**: for the examination of water and wastewater. 19. ed. Washington: Estados Unidos da America, 1995. paginação irregular.
- ARAUJO, M. L., GUIMARÃES, V. F., MENDONÇA-HAGLER, L. C. S., HAGLER, A. N. *Staphylococcus aureus* and fecal streptococci in fresh and marine surface waters of Rio de Janeiro, Brasil. **Rev. Microbiol.**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 141-147, 1990.
- ARAUJO, R. M., ARRIBAS, R. M., LUCENA, F., PARES, R. Relation between *Aeromonas* and faecal coliforms in fresh waters. **J. Appl. Bacteriol.**, v. 67, p. 213-217, 1989.
- BABIN, A., McCANN, M. Waste management and disposal for artistics and schools. HEALTH & SAFETY COMMITTEE. AMERICAN INSTITUTE FOR CONSERVATION (AIC). 1992. Disponível em: <[http://hazard.Com/lebrary/artist\\_waste](http://hazard.Com/lebrary/artist_waste)>. Acesso em: 2 jun. 2001.
- BACCARO, C. A. D. Estudos geomorfológicos do município de Uberlândia. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 17-21, 1989.
- BACCARO, C. A. D. Unidades geomorfológicas do Triângulo Mineiro: estudo preliminar. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 3, n. 5/6, p. 37-42, 1991.
- BERMUDEZ, M., HAZEN, T. C. Phenotypic and genotypic comparison of *Escherichia coli* from pristine tropical waters. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 54, p. 979-983, 1988.
- BIER, O. **Microbiologia e imunologia**. São Paulo: Melhoramentos, 1994. 1234 p.
- BOTTRELL, H. H., DUNCAN, A., GLIWICZ, Z. M., GRYGIEREK, E., HERZIG, A., HILLBRICHT-ILKOWSKA, A., KURASAWA, H., LARSSON, P., WEGLENSKA, T. A review of some problems in zooplankton production studies. **Norw. J. Zoopl.**, v. 24, p. 419-456, 1976.
- BRANCO, S. M. **Hidrologia aplicada à engenharia sanitária**. São Paulo: CETESB / ASCETESB, 1986. 640 p.

- BRONDI, S. H. G. **Determinação de multiresíduos de agrotóxicos em águas de abastecimento do município de Araraquara:** ribeirão das Cruzes, ribeirão das Anhumas e córrego do Paiól, 2000. 133 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- CALHEIROS, D. F. **Ecotoxicologia de compostos organoclorados persistentes em um ecossistema eutrófico:** represa de Barra Bonita (Médio Tietê – S.P.), 1993. 98 p. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- CAMPOS, L. C., TRABULSI, L. R. *Escherichia*. In: TRABULSI, L. R., ALTERTHUM, F., GOMPERTZ, O. F., CANDEIAS, J. A. N. **Microbiologia**. São Paulo: Atheneu, 1999. cap. 28. p. 215-228.
- CARVALHO, A. R. **Avaliação da qualidade da água e da interação entre o ecossistema aquático e o ecossistema terrestre em dois afluentes do rio Jacaré-Guaçu, na APA Corumbataí (Itirapina/SP)**, 1996. 115 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Guia de coleta e preservação de amostras de água** / Coord. Edmundo Garcia Agudo (et al.). São Paulo: CETESB, 1988. 150 p.
- DAJOZ, R. **Ecologia geral**. Petrópolis: Vozes; São Paulo: USP, 1972. 474 p.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1988. 575 p.
- FREIRE, B. M., PINTO-COELHO, R. M. Composição e distribuição horizontal do zooplâncton no reservatório de Vargem das Flores, Betim/Contagem, Minas Gerais. **Ciência e Cultura**, v. 38, n. 5, p. 919 –927, 1986.
- FRYE, F. L. Infectious diseases: fungal, Actinomycete, bacterial, rickettsial, and viral diseases. In: \_\_\_\_\_. **Biomedical and surgical aspects of captive reptile husbandry**. 2. ed. Florida: Krieger, 1991. v. 1. chap. 4, p. 101-160.
- GOÑI-URRIZA, M., CAPDEPUY, M., RAYMOND, N., QUENTIN, C., CAUMETTE, P. Impact of na urban effluent on the bacterial community structure in the Arga River (Spain), with special reference to culturable gram-negative rods. **Can. J. Microbiol.**, v. 45, p. 826-832, 1999.
- GUIMARÃES, V. F., ARAÚJO, M. A. V., MENDONÇA-HAGLER, L. C. S., HEGLER, A. N. *Pseudomonas aeruginosa* and other microbial indicators of pollution in fresh and marine waters of Rio de Janeiro, Brazil. **Environ. Toxicol. Water Qual.**, v. 8, p. 313-322, 1993.

- HENRY, R., CARAMASCHI, E. M. P., TUNDISI, J. G. Preliminary results of a survey of ecological factors in a shallow tropical reservoir. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 38, n. 1, p. 71 – 75, 1978.
- HUTCHINSON, G. E. **A treatise on limnology**. New York: John Wiley & Sons, 1967. v. 2. 1115 p.
- KONEMAN, E. W., ALLEN, S. D., JANDA, W. M., SCHRECKENBERGER, P. C., WINN JUNIOR., W. C. **Diagnóstico microbiológico: texto e atlas colorido**. 5. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 2001. 1465 p.
- KUHNLE, R. A., BIGNER, R. L., FOSTER, G. R., GRISSINGER, E. H. Effect of land use on the sediment transport in Godwin Creek. **Wat. Resour. Res.**, v. 32, n. 10, p. 3189–3196, 1996.
- LAKSHMINARAYANA, J. S. S. Studies on the phytoplankton of River Ganges, Varanari, India. **Hydrobiologia**, v. 25, p. 119–175, 1965.
- LARA, W. H. Bifenilas policloradas: sua história e seus problemas. In: CONGRESSO DE TOXICOLOGIA TROPICAL, 1, 1976, Manaus. **Anais...** Manaus: Sociedade Brasileira de Toxicologia e Associação Latino-Americana de Toxicologia, 1976. p. 181-185.
- LEPRI, L., DESIDERI, P., CINI, R., MASÉ, F. Transport of organochlorine pesticides across the air/sea interface. **Anal. Chim. Acta**, v. 317, p.149-160, 1995.
- MARICONI, F. A. M. **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas: com uma introdução sobre o estudo dos insetos**. 7. ed. São Paulo: Nobel, 1988. 305 p.
- MARTIN, E. S. **Agrotóxicos: intoxicações humanas e contaminação ambiental no Projeto Rebojo**, 1992. 129 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente, Universidade Estadual Paulista.
- MATSUMURA, F. **Toxicology of insecticides**. 2 ed. New York: Plenum Press, 1975. 598 p.
- McCARTY, M. (Org.). Infecções bacterianas e micóticas. In: DAVIS, B. D., DULBECCO, R., EISEN, H. N., GINSBERG, H. S., WOOD JUNIOR, W. B. **Microbiologia de Davis**. 2. ed. São Paulo: Harper & Row do Brasil, c 1979. v. 3. cap. 33, p. 979-988, cap. 34, p. 989-1004.
- MIKAT, D. M., MIKAT, K. W. **Dicionário de bactérias: um guia para o médico**. [S.I.: s.n.], 1981. 72 p.
- MÓIS, E. N. Bactérias anaeróbias de maior significado clínico. In: TRABUSI, L. R., ALTERTHUM, F., GOMPERTZ, O. F., CANDEIAS, J. A. N. **Microbiologia**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 1999. cap. 39, p. 291-301.

- MURTY, A. S. **Toxicity of pesticides to fish**. 2. ed. Boca Raton: CRC, 1986. v. 2. 178 p.
- NISHIYAMA, L. Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 9-16, 1989.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434 p.
- OLIVEIRA, F. S. **Avaliação da situação escorpiônica em bairros de Uberlândia, Minas Gerais**, 1995. 42 p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Uberlândia.
- OLIVEIRA, L. F. **Ocorrência de escorpiões em bairros da cidade de Uberlândia, MG**, 1997. 36 p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Uberlândia.
- OLIVEIRA, S. J. *Salmonella*. In: GUERREIRO, M. G., OLIVEIRA, S. J., SARAIVA, D., WIEST, J. M., LIEBERKNECHT, F., POESTER, J. F., DIAS, J. C. A., FERNANDES, J. C. T., LANGELOH, A., BAPTISTA, P. J. H. P. **Bacteriologia especial**. Porto Alegre: Sulina, 1984. p. 162-177.
- PREGNOLATTO, W., PREGNOLATTO, N. P. (Coord). Águas. In: \_\_\_\_\_. **Normas analíticas do Instituto Adolpho Lutz**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolpho Lutz, 1985. cap. 24, p. 302-330.
- ROSA, R., LIMA, S. C., ASSUNÇÃO, W. L. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia (MG). **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 3, n. 5/6, p. 91-108, 1991.
- SCHÄFER, A. **Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais**. Porto Alegre: UFRGS, 1985. 532 p.
- SCHNEIDER, M. O. **Bacia do rio Uberabinha: uso agrícola do solo e meio ambiente**. 1996, 157 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- SERVAIS, P., GARNIER, J., DEMARTEAU, N., BRION, N., BILLEN, G. Supply of organic matter and bacteria to aquatic ecosystems through waste water effluents. **Wat. Res.**, v. 33, n. 16, p. 3521-3531, 1999.
- SHIMIZU, W. **Oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio no rio Uberabinha: um estudo da poluição orgânica biodegradável**, 2000. 67 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia.
- SILVA, D. B., SCHNEIDER, M. O. A exploração de argila nas nascentes do rio Uberabinha (MG): considerações sobre suas consequências sócio-ambientais. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 1, n. 2, p. 53-75, 1989.

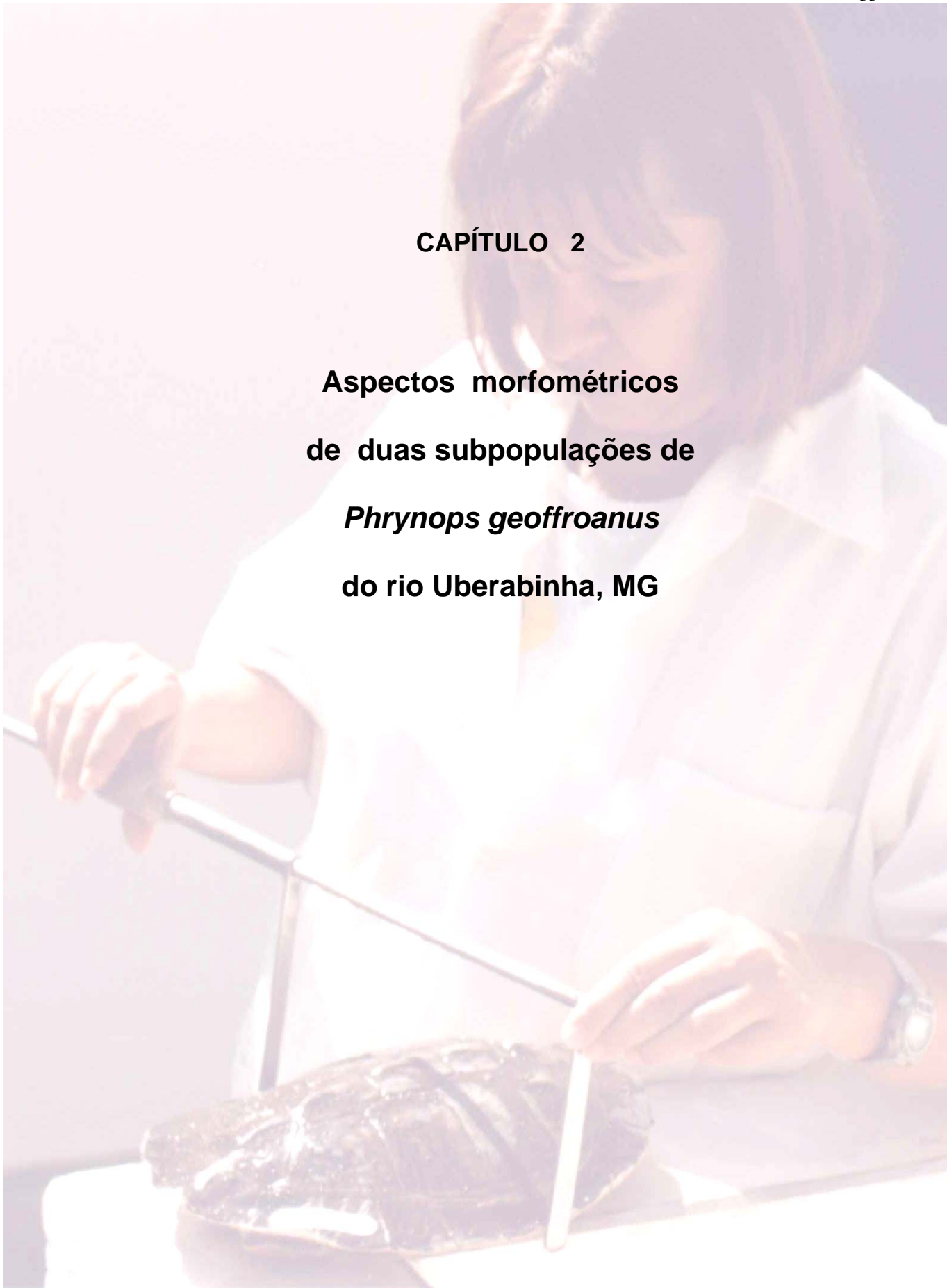
- SILVA, M. O. S. A. **Análises físico-químicas para controle de estações de tratamento de esgotos**. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1977. 226 p.
- SILVA, W. M. **Caracterização do reservatório de Nova Ponte (MG) com ênfase na composição e distribuição do zooplâncton**, 1998. 101 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- SKOULIKIDIS, N. T. Significance evaluation of factors controlling river water composition. **Environ. Geol.**, v. 22, p. 178-185, 1993.
- SOARES, J. B., MAIA, A. C. F. **Água: microbiologia e tratamento**. Fortaleza: EUFC, 1999. 214 p.
- SOUZA, M. A. A. Relação entre as atividades ocupacionais e a qualidade da água no cerrado. In: PINTO, M. N. **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília: UNB, 1990. p. 181-204.
- SOUZA, A. D. G., TUNDISI, J. G. Hidrogeochemical comparative study of the Jaú and Jacaré-Guaçu River watersheds, São Paulo, Brazil. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 60, n. 4, p. 563-570, 2000.
- STAMOU, A. I., KOUMANOVA, B., STOYANOV, S., ATANASOV, G., PIPILIS, K. Water quality of the Beli Lom River. **Wat. Sci. Tech.**, v. 39, n. 8, p. 55-62, 1999.
- TANGREDI, B. P., EVANS, R. H. Organochlorine pesticides associated with ocular, nasal, or otic infection in the eastern box turtle (*Terrapene carolina carolina*). **J. Zoo. Wildl. Med.**, v. 28, n. 1, p. 97-100, 1997.
- TUNDISI, J. G. Typology of reservoirs in Southern Brazil. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, v. 21, p. 1031-1039, 1981.
- TUNDISI, J. G., MATSUMURA-TUNDISI, T., CALIJURI, M. C., NOVO, E. M. Comparative limnology of five reservoir in the middle Tietê River, S. Paulo state. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, v. 24, p. 1489-1496, 1991.
- UBERLÂNDIA. Secretaria do Meio Ambiente. Meio Ambiente: Lei complementar nº 017, de 04 de dezembro de 1991. Dispõe sobre a proteção, controle e conservação do meio ambiente e dá outras providências. **O Município**, Uberlândia, nº 388, 10 de dezembro de 1991.
- VITOUSEK, P. M., MOONEY, H. A., LUBCHENCO, J., MELILLO, J. M. Human domination of earth's ecosystems. **Science**, v. 277, p. 494-499, 1997.
- WETZEL, R. G. **Limnologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993. 919 p.



- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Environmental health criteria 2:** polychlorinated bophenyls and terphenyls. Geneva, 1976.
- YAMADA, T. Manejo do nitrogênio na cultura de milho. In: FANCELLI, A. L., DOURADO-NETO, D. **Tecnologia na produção de milho**. Piracicaba: Publique, 1997. p. 121-129.
- ZAMBONI, A. J. **Avaliação da qualidade de água e sedimentos do canal de São Sebastião através de testes de toxicidade com *Lytechinus variegatus* (Echinodermata: Echinoidea)**, 1993. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 4. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1999. 663 p.

## CAPÍTULO 2

**Aspectos morfométricos  
de duas subpopulações de  
*Phrynops geoffroanus*  
do rio Uberabinha, MG**



## RESUMO

---

Foram avaliadas as magnitudes de 15 caracteres morfológicos e a massa corpórea de duas subpopulações de *Phrynops geoffroanus* adultos, recém capturados em uma área de predomínio agropecuário e em outra de predomínio urbano, no rio Uberabinha, Uberlândia, Minas Gerais. O dimorfismo sexual foi pronunciado, com fêmeas apresentando tamanho, massa corporal, cabeça maiores e casco mais alto que os machos. Além disto, nas fêmeas o plastrão era plano e a abertura cloacal mediana, enquanto nos machos o plastrão apresentava-se côncavo e a abertura cloacal localizada distalmente na cauda. As diferentes condições ambientais a que as duas subpopulações estavam expostas, incluindo variações na composição da flora nas margens do rio, umidade relativa do ar, parâmetros físicos, químicos e bacteriologia da água, diversidade e concentrações de organoclorados no sedimento, não afetaram o tamanho nem a forma dos cágados.

## INTRODUÇÃO

---

A morfologia e a fisiologia das tartarugas são especializadas, e esses animais são ecologicamente muito diferentes dos outros amniotas ectotérmicos, os Crocodilia e os Lepidosauria (POUGH, HEISER, McFARLAND, 1999).

A morfologia do casco reflete a ecologia da espécie. As tartarugas terrestres geralmente atingem grandes tamanhos e carapaça altamente arqueada, características que favorecem a proteção contra predadores no ambiente terrestre, aumentam a resistência à dessecação e a eficiência de termorregulação (GIBBONS & LOVICH, 1990). As tartarugas aquáticas possuem carapaças baixas, que oferecem pequena resistência ao deslocamento na água (POUGH, HEISER, McFARLAND, 1999).

O dimorfismo sexual em relação ao tamanho nas tartarugas varia amplamente entre as espécies independentemente das relações filogenéticas, havendo uma tendência para fêmeas maiores, principalmente nas espécies aquáticas, embora existam espécies em que os machos podem ser maiores, e outras cujos machos e fêmeas atingem o mesmo tamanho, e o dimorfismo pode variar geograficamente devido às diferentes condições ambientais (GIBBONS & LOVICH, 1990).

A área de distribuição de *Phrynops geoffroanus* é muito ampla, ocorrendo na América do Sul a leste dos Andes, desde a Colômbia até a Argentina (Misiones), através das bacias dos rios equatoriais para as bacias centrais meridionais (LEMA & FERREIRA, 1990). De acordo com MEDEM (1960) e PRITCHARD & TREBBAU (1984), esta espécie parece habitar mais freqüentemente lagoas e riachos a rios de maior volume.

Segundo MOLINA (1989), o *P. geoffroanus* pode ser considerado uma espécie de médio porte, tendo PRITCHARD & TREBBAU (1984) mencionado que o holótipo, procedente do Brasil, parece ser o maior exemplar conhecido, com 391 mm de comprimento de carapaça.

Neste trabalho, foram realizadas comparações da morfometria e da massa corpórea entre os espécimes de *P. geoffroanus* procedentes de duas subpopulações expostos a diferentes condições ambientais no rio Uberabinha, Uberlândia, Minas Gerais.

## MATERIAL E MÉTODOS

---

Em janeiro de 2000 foram capturados cinquenta e oito *Phrynops geoffroanus* em duas áreas do rio Uberabinha, localizadas no perímetro urbano de Uberlândia (Capítulo 1), uma área com predomínio agropecuário (12 machos e 14 fêmeas) e outra com predomínio urbano no entorno (16 machos e 16 fêmeas) (Processo IBAMA Nº 9158/98, Licenças para captura e transporte Nº 047/98 e 075/99).

Para a captura dos cágados foram utilizadas duas armadilhas cilíndricas, tipo covão, medindo 100x50 cm, construídas em tela moeda de inox, com uma abertura de 26,5 cm de diâmetro em uma das extremidades, com hastes na borda desta abertura, voltadas para o seu interior, em forma de funil destinadas à entrada dos cágados e para impedir a saída dos animais (Figura 2.1-A). As armadilhas foram presas por cordas de poliestireno em árvores nas margens do rio, e em seu interior, peixes, vísceras de frango e coração bovino foram fixados em um gancho tipo anzol. Para atrair os cágados, peixes moídos foram jogados na água até aproximadamente 50 m a montante das armadilhas.

Os *P. geoffroanus* capturados foram transportados em sacos de algodão para o Setor de Répteis - Criadouro Conservacionista - Finalidade Científica, Reg. 1 / 31 / 95 / 0007 IBAMA, da Universidade Federal de Uberlândia, e mantidos em tanques de alvenaria, separando-se os animais pelas subpopulações de origem (Figura 2.1-B).

A identificação individual dos espécimes foi realizada utilizando-se chapa de aço inoxidável (5,5x1,5 cm) numerada, fixada com rebite de alumínio nos escudos marginais látero posterior da carapaça (Figura 2.1-C).

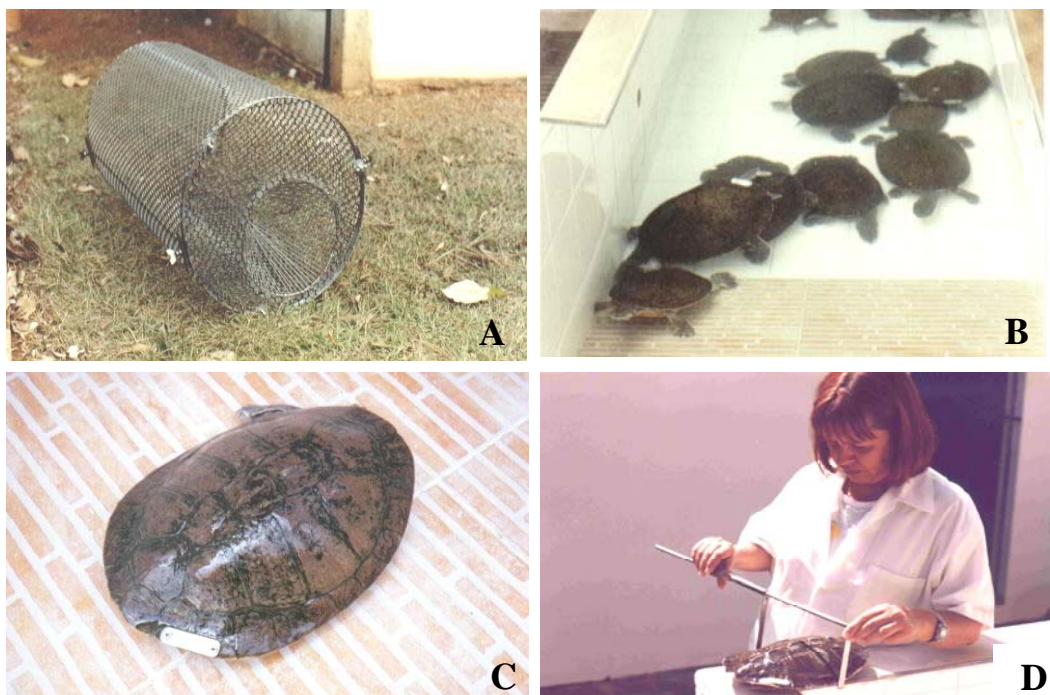
A sexagem foi realizada analisando-se inicialmente o comprimento da cauda, diferença marcante relatada por MEDEM (1960) e MOLINA (1989). Entretanto, este caráter não foi evidente na inspeção visual de alguns espécimes, tendo-se então analisado a localização da abertura cloacal, mais central no comprimento da cauda das fêmeas e mais distal nos machos.

A massa corpórea foi obtida em balança Filizzola<sup>®</sup> (escala 10g – 10 kg) e foram realizadas 15 medidas morfométricas.

Utilizou-se um paquímetro Corneta<sup>®</sup> (0,01 mm) para medir a abertura entre as extremidades distais das placas anais do plastrão, comprimento e largura da cabeça,

comprimento das barbelas direita e esquerda, comprimento total da cauda e a distância entre a abertura cloacal-extremidade da cauda.

Para a determinação do comprimento e largura da carapaça e do plastrão e a altura do casco utilizou-se uma trena e um dispositivo tipo paquímetro, construído com dois tubos de inox, com diferentes comprimentos e diâmetros (15 cm - 1,2 cm de diâmetro; 35 cm – 0,7 cm de diâmetro), um passando por dentro do outro. Duas hastes de chapa inox (15 cm) foram soldadas com argônio em uma das extremidades de cada tubo, e uma luva de metal com rosca contendo um núcleo de polietileno fixou os dois tubos. Para a utilização do dispositivo, manuseava-se a rosca da luva de metal, permitindo a movimentação dos tubos, obtendo-se, com as hastes, a distância entre os pontos a serem medidos utilizando-se uma trena (Figura 2.1-D).



**FIGURA 2.1-** **A-** Armadilha tipo covo utilizada na captura dos cágados. **B -** Tanques para alojamento. **C -** Placa metálica de identificação fixada no escudo marginal látero posterior da carapaça. **D -** Dispositivo para as medidas da carapaça e plastrão.

Para as medidas da concavidade do plastrão e da declividade das placas gulares e anais do plastrão utilizou-se um paquímetro Corneta<sup>®</sup> (0,01 mm) e uma lâmina de vidro (30 x 5 cm). A concavidade do plastrão foi obtida colocando-se a

lâmina de vidro sobre o plastrão e medindo-se com a vareta de profundidade do paquímetro a distância entre a lâmina de vidro e o plastrão, tendo as medidas sido tomadas sempre do lado esquerdo do animal. Para a mensuração da declividade das placas gulares e anais, a lâmina de vidro foi colocada diagonalmente sobre a placa gular direita e anal esquerda e vice-versa, e, utilizando-se o paquímetro, foram obtidas as distâncias entre a lâmina de vidro e as respectivas placas do plastrão.

Os dados foram submetidos à análise de variância para dois fatores (ANOVA) (ZAR, 1999), considerando-se como fatores o sexo dos indivíduos e as áreas de captura. Também foi utilizada a análise de componente principal (ACP) para se avaliar a magnitude das variações e obter um índice multivariado de tamanho (MANLY, 1994), utilizando as variáveis morfométricas originalmente correlacionadas.

Os *Phrynops geoffroanus* foram mantidos em cativeiro, período em que receberam três alimentações semanais: uma, de lambari (*Astyanax* sp) ou pirambeba (*Serrasalmus* sp), e as outras duas, de carne bovina, sempre picadas.

Inicialmente, a água utilizada para lavar e abastecer os tanques era proveniente da rede urbana. Entretanto, em virtude de óbitos ocasionados pela ação do elevado teor de cloro existente na água, foi necessário a instalação de um filtro central Tecsol®.

Após a utilização dos animais para estudos de microbiologia e algas epizoárias, parasitologia, hematologia e bioquímica do sangue, os *P. geoffroanus* foram reintroduzidos nos mesmos locais das capturas (Processo IBAMA N° 9231/95-25, Licença N° 122/2001), com exceção de doze espécimes (três machos e três fêmeas de cada área), que foram sacrificados para os estudos histopatológicos comparativos.

## RESULTADOS

---

Os dados referentes à morfometria e massa corpórea de *Phrynops geoffroanus* provenientes das duas áreas de captura constam na Tabela 2.1.

Todas as características mensuradas, com exceção do comprimento da cauda e declividade das placas gulares e anais do plastrão, apresentaram-se significativamente diferentes entre os sexos, não se constatando diferenças entre as áreas em que os animais foram coletados, nem havendo interação significativa entre os sexos e as áreas (Tabela 2.2).

Os três primeiros componentes principais da matriz de correlação dos dados morfométricos explicaram 74% das variações, sendo que a percentagem total de variação explicada pelo primeiro componente principal foi de 53% (Tabela 2.3). Não foi incluído na análise a variável concavidade do plastrão, que não se correlacionou significativamente com as demais.

Os sinais dos coeficientes do primeiro componente principal foram todos positivos, mas com diferentes magnitudes.

O segundo componente, que aponta distorções na forma, apresenta o comprimento da cauda e o comprimento cloaca-extremidade da cauda como as variáveis de maior peso. De fato, estas variáveis apresentaram baixos coeficientes no primeiro componente principal (0,148 para comprimento da cauda e 0,692 para comprimento cloaca-extremidade da cauda).

Todas as variáveis significativamente diferentes entre os sexos foram maiores nas fêmeas, com exceção da concavidade do plastrão. Embora as barbelas das fêmeas sejam maiores que as dos machos, parecem proporcionalmente menores, visto que os machos apresentam menor tamanho e menor massa corpórea. Análise similar pode ser feita em relação ao comprimento da cauda.

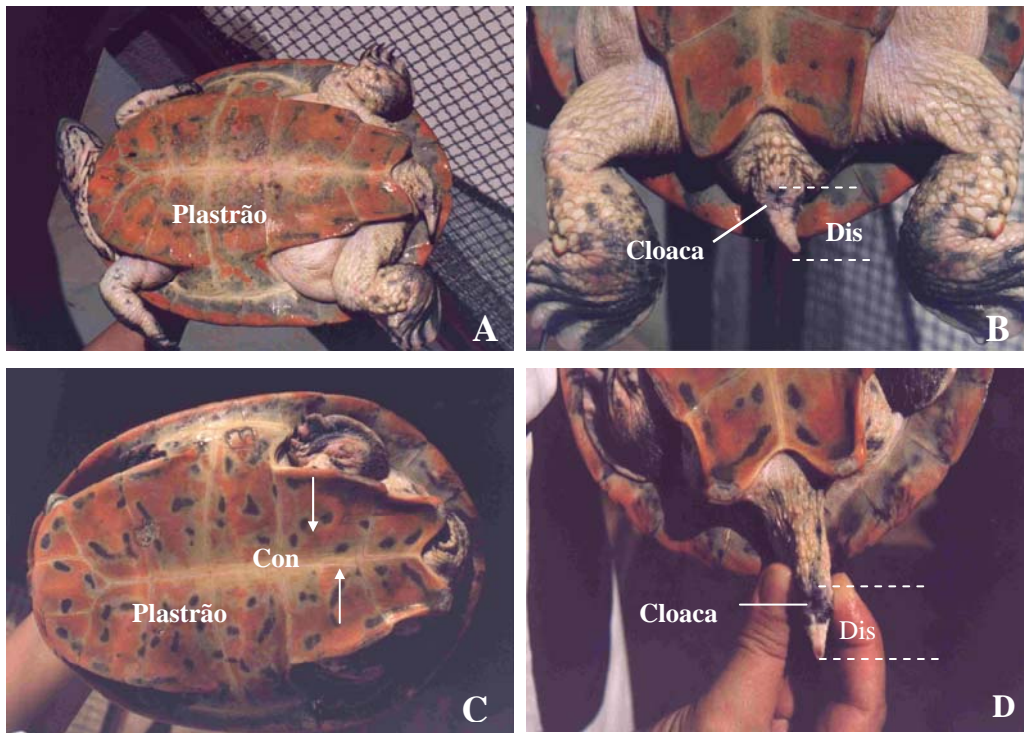
A correlação calculada entre o tamanho e massa corpórea dos cágados ( $r = 0,963$ ) foi estatisticamente significativa ( $P < 0,001$ ).

Anomalias nos cágados foram observadas apenas quanto às barbelas, cuja ausência foi constatada em dois machos, um de cada área. Ausência da barbela direita ocorreu em duas fêmeas da área de predomínio agropecuário e em um macho da área de predomínio urbano; e ausência da barbela esquerda foi notada em duas fêmeas da área de predomínio agropecuário. Portanto, os cágados da área de



predomínio agropecuário apresentaram maior número de indivíduos com estas anomalias (19,25%) do que os da área de predomínio urbano (6,25%).

O dimorfismo sexual em relação à concavidade do plastrão e localização da abertura cloacal consta da Figura 2.2.



**FIGURA 2.2-** *Phrynops geoffroanus*. Fêmea: **A-** Vista ventral evidenciando o plastrão plano. **B-** Distância entre a abertura cloacal-extremidade da cauda (Dis). Macho: **C-** Concavidade do plastrão (Con). **D-** Distância entre a abertura cloacal-extremidade da cauda (Dis).

**Tabela 2.1** – Médias, desvios padrão e amplitude das variáveis morfológicas de machos e fêmeas das áreas 1 e 2 do rio Uberabinha.

	Área 1		Área 2	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
Comprimento da carapaça	258,833 ± 35,700 (200 - 305)	270,214 ± 73,372 (250 - 335)	260,375 ± 32,294 (208 - 320)	294,875 ± 34,141 (220 - 357)
Largura da carapaça	188,250 ± 25,843 (154 - 235)	213,500 ± 14,831 (182 - 235)	188,938 ± 21,883 (160 - 230)	213,563 ± 22,530 (165 - 255)
Altura do casco	59,917 ± 6,417 (54 - 75)	74,643 ± 7,821 (60 - 82)	64,000 ± 11,372 (50 - 85)	73,750 ± 10,408 (55 - 90)
Comprimento do plastrão	208,167 ± 29,139 (164 - 260)	240,857 ± 17,536 (208 - 270)	212,625 ± 24,180 (175 - 260)	241,375 ± 24,565 (184 - 282)
Largura do plastrão	154,000 ± 20,693 (123 - 190)	173,571 ± 13,060 (155 - 198)	153,750 ± 17,468 (175 - 260)	176,188 ± 17,318 (142 - 206)
Abertura entre os escudos anais	47,500 ± 4,871 (37 - 52)	51,764 ± 3,257 (45,7 - 58)	47,750 ± 6,181 (40 - 58)	63,188 ± 12,221 (40 - 64)
Massa corpórea	1423,917 ± 568,625 (833 - 2535)	2182,857 ± 449,852 (1558 - 2950)	1537,250 ± 511,264 (970 - 2680)	2277,438 ± 570,785 (1450 - 3475)
Comprimento da cabeça	53,667 ± 11,284 (41 - 75)	59,429 ± 6,345 (50 - 72)	54,500 ± 7,211 (42 - 67)	61,688 ± 4,922 (49 - 67)
Largura da cabeça	39,500 ± 4,825 (34 - 49)	44,857 ± 4,111 (36 - 50)	38,375 ± 3,981 (34 - 48)	44,625 ± 4,161 (38 - 55)
Barbela direita	3,333 ± 1,670 (0 - 5)	4,536 ± 2,649 (0 - 7)	2,906 ± 1,744 (0 - 6)	4,813 ± 1,515 (0 - 6)
Barbela esquerda	2,833 ± 1,992 (0 - 6)	4,886 ± 2,183 (0 - 7)	2,906 ± 1,393 (0 - 5)	4,594 ± 1,381 (1,5 - 6)
Comprimento da cauda	61,417 ± 9,453 (50 - 77)	61,479 ± 10,738 (50 - 82)	70,375 ± 11,177 (43 - 87)	66,688 ± 11,235 (45 - 85)
Comp. cloaca-extremidade da cauda	26,500 ± 4,232 (19 - 32)	31,000 ± 6,725 (20 - 48)	28,500 ± 5,203 (20 - 35)	34,250 ± 7,541 (25 - 43)
Concavidade do plastrão	7,420 ± 2,350 (6-14)	4,000 ± 1,240 (2 - 5 )	810 ± 1,640 (7 - 12)	4,190 ± 0,980 (2 - 5)
Declividade da placa gular	12,170 ± 3,930 (8 - 19)	10,320 ± 2,930 (6 - 18)	10,880 ± 2,420 (6 - 17)	12,690 ± 3,240 (8 - 18)
Declividade da placa anal	11,210 ± 3,560 (5 - 18)	10,360 ± 2,370 (7 - 16)	8,380 ± 1,020 (6 - 10)	10,190 ± 1,470 (8 - 12)

**TABELA 2.2** – Análise de variância (ANOVA para dois fatores: áreas e sexo), relativas aos caracteres morfométricos de *Phrynos geoffroanus* Coletados no rio Uberabinha, Uberlândia, MG.

Variáveis	Sexo		Área		Sexo*Área	
	F	P	F	P	F	P
Comprimento da carapaça	<b>14,580</b>	0,000	0,240	0,626	0,094	0,761
Largura da carapaça	<b>19,204</b>	0,000	0,004	0,948	0,003	0,956
Altura do casco	<b>24,025</b>	0,000	0,408	0,526	0,993	0,323
Comprimento do plastrão	<b>23,385</b>	0,000	0,153	0,697	0,096	0,758
Largura do plastrão	<b>21,286</b>	0,000	0,068	0,796	0,099	0,754
Abertura entre os escudos anais	<b>8,574</b>	0,005	0,028	0,868	0,000	0,996
Comprimento da cabeça	<b>10,552</b>	0,002	0,602	0,441	0,128	0,722
Largura da cabeça	<b>26,748</b>	0,000	0,366	0,548	0,158	0,692
Barbela direita	<b>9,237</b>	0,004	0,022	0,884	0,474	0,494
Barbela esquerda	<b>16,526</b>	0,000	0,057	0,813	0,157	0,693
Comprimento da cauda	0,406	0,527	6,200	0,016	0,434	0,513
Comp.cloaca-extremidade cauda	<b>8,878</b>	0,004	3,473	0,068	0,377	0,542
Tamanho do corpo	<b>26,275</b>	0,000	0,264	0,609	0,007	0,935
Massa corpórea	<b>28,929</b>	0,000	0,556	0,459	0,005	0,947
Concavidade do plastrão	<b>91,923</b>	0,000	3,564	0,064	2,075	0,155
Declividade da placa gular	0,000	0,984	0,423	0,518	4,903	0,031
Declividade da placa anal	0,683	0,412	6,666	0,013	5,245	0,026

\* Valores de F em negrito: significativo a 5%.

**TABELA 2.3** - Três primeiros componentes principais da matriz de correlação das variáveis morfológicas de *Phrynops geoffroanus* capturados nas duas áreas do rio Uberabinha, Uberlândia, MG.

<b>Variáveis</b>	<b>Componentes Principais</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Comprimento da carapaça	0,945	-0,149	0,074
Largura da carapaça	0,961	0,013	0,013
Altura do casco	0,833	-0,007	-0,028
Comprimento do plastrão	0,968	-0,093	0,110
Largura do plastrão	0,973	-0,018	0,033
Abertura entre os escudos anais	0,753	-0,130	-0,116
Comprimento da cabeça	0,784	0,240	0,232
Largura da cabeça	0,902	0,045	0,184
Barbela direita	0,462	0,400	-0,569
Barbela esquerda	0,432	0,559	-0,527
Comprimento da cauda	0,148	-0,753	-0,416
Comp. cloaca-extremidade da cauda	0,692	-0,518	-0,020
Declividade da placa gular	0,037	0,069	0,630
Declividade da placa anal	0,364	0,419	0,233
Porcentagem de varância explicada	53,024	11,399	9,624

## DISCUSSÃO

---

MOLINA (1989), estudando *Phrynops geoffroanus* de procedências ignoradas, mantidos no Setor de Répteis da Fundação Parque Zoológico de São Paulo, obteve para adultos, comprimento da carapaça de 200 a 322 mm nos machos e de 235 a 385 mm nas fêmeas. Valores próximos foram constatados para os machos da população de *P. geoffroanus* do rio Uberabinha (208 a 320 mm), sendo para as fêmeas, menores (220 a 357 mm), quando comparadas com as do Zoológico, embora possuam porte mais avantajado que os machos, assim como relatado por MOLINA (1989) para os espécimes mantidos em cativeiro.

Embora não tenha realizado análises estatísticas, ao estudar *P. geoffroanus* em rios da Colômbia, MEDEM (1960) mencionou que em adultos, os machos se distinguem das fêmeas por apresentarem cauda notavelmente mais longa, por possuírem algumas placas do plastrão (abdominal, femoral e anal, seguindo a sutura mediano-ventral) ligeiramente côncavas e a abertura entre as placas anais mais estreita. Para MOLINA (1989), as fêmeas adultas apresentam peso e medidas do casco maiores, carapaça levemente mais larga, casco mais alto, cabeça mais larga, cauda mais curta que a dos machos adultos, e alguns machos possuem leve concavidade no plastrão entre os escudos peitorais e os femorais, ocorrendo variação entre os sexos quanto à formação ou não de ângulo entre as extremidades dos escudos anais.

Os resultados obtidos para a população dos *P. geoffroanus* recém capturados no rio Uberabinha corroboraram com os de MOLINA (1989) para a mesma espécie mantida em cativeiro, exceto quanto ao comprimento da cauda. Embora, alguns machos do rio Uberabinha tenham apresentado cauda mais longa que as fêmeas, a diferença não foi estatisticamente significativa.

A distância entre a abertura cloacal-extremidade da cauda dos *P. geoffroanus* do rio Uberabinha, caráter não avaliado por MOLINA (1989), evidenciou um dimorfismo sexual quanto à posição da abertura cloacal: machos, com a abertura cloacal localizada mais distalmente e fêmeas, com a abertura cloacal ocupando uma posição mais central na cauda. Diferença na posição da abertura cloacal foi mencionada por MEDEM (1966) em *Phrynops dahli*, e por PRITCHARD & TREBBAU (1984) em *Phrynops geoffroanus*, *P. gibbus*, *P. nasutus* e *P. zuliae*. A

abertura cloacal localizada distalmente na cauda dos machos relaciona-se, provavelmente, com o alojamento interno do pênis na parte anterior da cauda, favorecendo sua eversão e introdução na abertura cloacal da fêmea. Analogamente, a maior abertura entre os escudos anais do plastrão das fêmeas pode estar relacionada à reprodução, favorecendo o posicionamento e distensão da cauda durante as oviposições.

Embora não tenha estudado estatisticamente o caráter concavidade no plastrão, MEDEM (1960) mencionou que os machos de *Phrynops geoffroanus* apresentaram concavidade, característica citada por MOLINA (1989) para alguns machos. Na população do rio Uberabinha este caráter foi estatisticamente diferente entre os sexos, sendo o plastrão das fêmeas planos e dos machos côncavos, tendo esta característica sido observada em outras espécies de *Phrynops*, como em *P. hilarii* por ASTORT (1984), *P. hogei* por RHODIN, MITTERMEIER, ROCHA E SILVA (1982), *P. gibbus* e *P. nasutus* por PRITCHARD & TREBBAU (1984). Segundo ASTORT (1984), a concavidade do plastrão aumenta a estabilidade dos machos sobre as fêmeas durante a cópula.

Os referidos autores não analisaram também características como a declividade das placas gulares e anais do plastrão e as barbelas. Diferenças na inclinação das extremidades livres das placas gular e anal foram observadas em alguns espécimes, sempre com as placas direita e esquerda tendo a mesma inclinação em um mesmo indivíduo, característica que parece ser individual, não estando relacionada ao sexo. Quanto ao comprimento das barbelas, estas diferem entre os sexos, com os machos apresentando barbelas mais compridas que as fêmeas quando comparadas ao tamanho corpóreo dos mesmos e, apesar de o diâmetro não ter sido analisado, as barbelas dos machos parecem mais finas que as das fêmeas.

Embora na literatura pesquisada não se tenham obtido informações de dimorfismo sexual em relação ao tamanho das barbelas, este foi visual e estatisticamente percebido entre os sexos na população dos *P. geoffroanus* do rio Uberabinha.

O dimorfismo sexual em Testudinata geralmente se expressa pela diferença de porte entre os sexos, cauda mais longa e concavidade no plastrão dos machos, caracteres relacionados com comportamento reprodutivo (BERRY & SHINE, 1980; FITCH, 1981; MOLINA, 1989 e 1992). A concavidade do plastrão e a cauda mais

longa nos machos são características que favorecem o posicionamento adequado para a cópula. De fato, na maioria das espécies terrestres, o plastrão é bem mais côncavo que nas espécies aquáticas, uma vez que as fêmeas das espécies terrestres apresentam carapaças mais convexas, sendo este caráter mais evidente nas inspeções visuais em espécies terrestres do que nas aquáticas.

FITCH (1981) relatou que, nos Testudinata, os machos são geralmente maiores que as fêmeas nas espécies em que os machos lutam e/ou realizam inseminação forçada, e menores quando estes comportamentos estão ausentes. BERRY & SHINE (1980) relataram que, nas espécies aquáticas de nado ativo, as fêmeas são maiores e os machos dificilmente conseguem subjugar-las, sendo que esta diferença no tamanho seria explicada pelo aumento do sucesso reprodutivo das fêmeas e o aumento da capacidade de locomoção dos machos e conseqüentes sucessos na localização das fêmeas e/ou canalização de grande quantidade de energia disponível para a procura de fêmeas e não para o crescimento. Estudos sobre comportamento reprodutivo com *Phrynops geoffroanus* realizado por MOLINA (1989 e 1992) demonstraram que o menor tamanho dos machos pode ser explicado pelas hipóteses de BERRY & SHINE (1980).

BERRY & SHINE (1980), comparando dados da literatura para 75 espécies de Testudinata, relataram que, das 32 espécies de tartarugas aquáticas nadadoras das famílias Cheloniidae, Chelidae, Emydidae e Trionychidae, 97% das fêmeas alcançam tamanho corpóreo maior que os machos.

Dimorfismo sexual quanto à altura do casco foi constatado em *Pseudemys scripta* por MOLL & LEGLER (1971), *Chelodina siebenrocki* e *C. parkeri* por RHODIN & MITTERMEIER (1976), em *Phrynops hilarii* por ASTORT (1984) e *P. geoffroanus* por MOLINA (1989), caráter também evidente nos *P. geoffroanus* do rio Uberabinha. MOLL & LEGLER (1971) mencionaram que a maior altura das fêmeas criaria maior espaço para o desenvolvimento dos ovos, e ASTORT (1984) considerou que a menor altura do casco nos machos facilitaria sua estabilidade sobre as fêmeas durante a cópula.

A idade, tamanho e maturidade sexual em tartarugas são às vezes associados com a expressão de caracteres sexuais secundários, tendo KELLER (1997) determinado um conjunto de medidas da morfologia externa que mais diferem entre os sexos em *Mauremys leprosa* estabelecendo, também, o tamanho mínimo e idade

em que o sexo pode ser confiavelmente determinado. CHRISTIANSEN & BURKEN (1979) relataram que a taxa de crescimento de *Chelydra serpentina* está relacionada ao tamanho, idade, estado de maturidade e sexo, tendo verificado declínio da taxa de crescimento ao se atingir o estado de maturidade reprodutiva.

Estudando *Phrynops geoffroanus*, MOLINA (1989) relatou a ocorrência de variações ontogenéticas quanto à morfologia e ao padrão de coloração do animal, além de citar que os menores machos e fêmeas sexualmente maduros mediram respectivamente 200 e 241 mm de comprimento de carapaça, tamanhos que, provavelmente, seriam alcançados entre 3 e 4 anos pelos machos e entre 6 a 8 anos pelas fêmeas. Portanto, de acordo com MOLINA (1989), a amostra populacional do rio Uberabinha analisada corresponde a indivíduos adultos.

MEYERS-SCHÖNE & WALTON (1994), na revisão sobre tartarugas utilizadas como biomonitores de contaminantes químicos ambientais, concluíram que o crescimento não pode ser recomendado como evidência de intoxicação química, e que as taxas de crescimento variam com a idade e em resposta aos nutrientes dos itens alimentares utilizados pelas tartarugas.

Para GIBBONS & LOVICH (1990), o dimorfismo sexual no tamanho em tartarugas pode variar geograficamente devido à variação local das condições ambientais que causam diferenças no tamanho adulto. ARESCO & DOBIE (2000) constataram variação no dimorfismo sexual de *Pseudemys concinna* quanto ao tamanho e arqueamento do casco entre grupos da população do sistema rio Tallapoosa, no Alabama.

Embora as duas subpopulações dos *P. geoffroanus* estudadas sejam procedentes de áreas com diferentes influências antrópicas que interferiram nas condições ambientais, determinando variações nos tipos e concentrações de poluentes (Capítulo 1), nenhuma variação foi constatada quanto ao dimorfismo sexual em relação ao tamanho e à forma nesta população.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- ARESCO, M. J., DOBIE, J. L. Variation in shell arching and sexual size dimorphism of River Cooters, *Pseudemys concinna*, from two river systems in Alabama. **J. Herpetol.**, v. 34, n. 2, p. 313-317, 2000.
- ASTORT, E. D. Dimorfismo sexual secundario de *Phrynops (Phrynops) hilarii* (D. y B., 1835) y su conducta reproductora en cautiverio (Testudines-Chelidae). **Revta Mus. Arg. Cienc. Nat. B. Rivadavia, Zool.**, v. 13, n. 9, p. 197-113, 1984.
- BERRY, J. F., SHINE, R. Sexual size dimorphism and sexual selection in turtles (Order Testudines). **Oecologia**, v. 44, p. 185-191, 1980.
- CHRISTIANSEN, J. L., BURKEN, R. R. Growth and maturity of the snapping turtle (*Chelydra serpentina*) in Iowa. **Herpetologica**, v. 35, n. 3, p. 261-266, 1979.
- CHRISTIANSEN, J. L., MOLL, E. O. Latitudinal reproductive variation within a single subspecies of painted turtle *Chrysemys picta belli*. **Herpetologica**, v. 29, n. 2, p. 152-163, 1973.
- ERNST, C. H., BARBOUR, R. W., ERNST, E. M., BUTLER, J. E. Growth of the mud turtle, *Kinosternon subrubrum* in Florida. **Herpetologica**, v. 29, n. 3, p. 247-250, 1973.
- FITCH, H. S. Sexual size differences in reptiles. **Misc. Publs Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas**, v. 70, p. 1-72, 1981.
- GIBBONS, J. W., LOVICH, J. E. Sexual dimorphism in turtles with emphasis on the slider turtle (*Trachemys scripta*). **Herpetol. Monog.**, v. 4, p. 1-29, 1990.
- KELLER, C. Discriminant analysis for sex determination in juvenile *Mauremys leprosa*. **J. Herpetol.**, v. 31, n. 3, p. 456-459, 1997.
- LEMA, T., FERREIRA, M. T. S. Contribuição ao conhecimento de Testudines do Rio Grande do Sul (Brasil): lista sistemática comentada (Reptilia). **Acta Biol. Leopoldensia**, v. 12, n. 1, p. 125-164, 1990.
- MANLY, B. F. J. **Multivariate statistical methods**. 2. ed. London: Chapman & Hall, 1994. 215 p.
- MEDEM, F. Informe sobre reptiles colombianos. (V): observaciones sobre la distribución geográfica y ecología de la tortuga *Phrynops geoffroana* ssp en Colombia. **Noved. Colombianas**, v. 1, n. 5, p. 291-300, 1960.
- MEDEM, F. Contribuciones al conocimiento sobre la ecología y distribución geográfica de *Phrynops (Batrachemys) dahli*: (Testudinata, Pleurodira, Chelidae). **Caldasia**, v. 9, n. 45, p. 467-489, 1966.

- MEYERS-SCHÖNE, L., WALTON, B. T. Turtles as monitors of chemical contaminants in the environment. **Rev. Environ. Contam. Toxicol.**, v. 135, p. 93–153, 1994.
- MOLINA, F. B. **Observações sobre a biologia e o comportamento de *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812) em cativeiro (Reptilia, Testudines, Chelidae)**. 1989. 185 p. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- MOLINA, F. B. O comportamento reprodutivo de quelônios. **Biotemas**, v. 5, n. 2, p. 61-70, 1992.
- MOLL, E. O. Latitudinal and intersubspecific variation in reproduction of the painted turtle, *Chrysemys picta*. **Herpetologica**, v. 29, n. 4, p. 307-318, 1973.
- MOLL, E. O., LEGLER, J. M. The life history of a neotropical slider turtle, *Pseudemys scripta* (Schoepff), in Panama. **Bull. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist. Sci.**, n. 11, p. 1-102, 1971.
- POUGH, F. H., HEISER, J. B., McFARLAND, W. N. **A vida dos vertebrados**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1999. 798 p.
- PRITCHARD, P. C. H., TREBBAU, P. **The turtles of Venezuela**. Oxford: Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 1984. 403 p.
- RHODIN, A. G. J., MITTERMEIER, R. A. *Chelodina parkeri*, a new species of chelid turtle from New Guinea, with a discussion of *Chelodina siebenrocki* Werner, 1901. **Bull. Mus. Comp. Zool. Harv.**, v. 147, n. 11, p. 465-488, 1976.
- RHODIN, A. G. J., MITTERMEIER, R. A., ROCHA E SILVA, R. Distribution and taxonomic status of *Phrynops hogei*, a rara chelid turtle from southeastern Brazil. **Copeia**, n. 1, p. 179-181, 1982.
- ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 663 p.



CAPÍTULO 3

**Microbiota e algas epizoárias  
em duas subpopulações de *Phrynops  
geoffroanus*  
do rio Uberabinha, MG**

## RESUMO

---

Pesquisou-se a microbiota oral, cloacal, tegumentar e algas epizoárias em cinquenta e oito *Phrynops geoffroanus* recém capturados em duas áreas do rio Uberabinha com diferentes influências antrópicas. Foram identificadas vinte e cinco espécies de microorganismos, 80% de bactérias gram-negativas, 16% de gram-positivas e 4% de leveduras, com maior incidência de *Escherichia coli* (98,4%), seguida por *Candida* (50,6%), *Enterobacter aerogenes* (31,0%) e *Citrobacter freundii* (20,7%). Frequências entre 5,7% a 8,6% foram constatadas para *Aeromonas hydrophila*, *Arizona* sp, *Bacillus subtilis*, *Salmonella cholerae suis*, *S. typhi*, *S. typhimurium* e *Staphylococcus aureus*. Frequências inferiores a 5,0% para *Actinomyces* sp, *Alcaligenes denitrificans*, *A. faecalis*, *Clostridium*, *Moraxella catarrhalis*, *Morganella morganii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens*, *Proteus mirabilis*, *Providencia rettgeri*, *Shigella bloydii*, *S. flexneri*, *S. sonnei* e *Staphylococcus epidermidis*. O número de espécies de microorganismos por amostra variou de um a cinco, com maior número nos cágados provenientes da área de predomínio urbano ( $\chi^2 = 31,0$ ,  $P < 0,001$ ). A cavidade oral foi a mais infectada, seguida por tegumento e a cloaca. A alga epizoária *Basycladia chelonum* foi encontrada na carapaça de *P. geoffroanus*, com maior porcentagem de ocorrência nos espécimes da área com predomínio de uso urbano (43,8%) em relação à área de predomínio agropecuário (30,8%).

## INTRODUÇÃO

---

Os microorganismos ocorrem com mais freqüência em locais onde encontram alimentos, umidade e temperatura adequada para seu crescimento e multiplicação, estando presentes no ar, no solo, na água, nas plantas e nos animais (SOARES & MAIA, 1999). Algumas espécies, quando encontradas no homem e animais, estão sempre associadas a doenças, enquanto outras fazem parte de seus organismos, a microbiota normal, constituída por um grande número de espécies de microorganismos que somente causam doenças em situações especiais (TRABULSI & TOLEDO, 1999).

A determinação da microbiota normal foi realizada em várias espécies de serpentes (WILLIAMS, FREEMAN, KENNEDY, 1934; MORENO et al., 1973; GOLDSTEIN et al., 1981; JORGE et al., 1990; THEAKSTON et al., 1990; BAUAB et al., 1992; MAVRIDIS et al., 1993a). Contudo, o maior número de trabalhos com serpentes, lagartos, crocodilianos e tartarugas está relacionado a enfermidades e morte destes animais (BOYCOTT, TAYLOR, DOUGLAS, 1953; BOEVER, 1975; COOPER & LEAKEY, 1976; KEYMER, 1978a, b; MARCUS, 1981; HOFF, FRYE, JACOBSON, 1984; TROIANO, 1991; MAVRIDIS et al., 1993b; MADER, 1996; BAUAB, 1998; entre outros).

Fungos e leveduras têm sido relatados em répteis, geralmente relacionados a micoses (TROIANO, 1991; CABO, SERRANO, ASENSIO, 1995; MASTERS et al., 1995; BAUAB, 1998; FEIO et al., 1999; MILDE et al., 2000).

FRYE (1991) mencionou que, embora raramente diagnosticadas em répteis mantidos em cativeiro, infestações por várias formas de algas podem ocorrer, e CRISPINS & MARION (1975) citaram que os organismos identificados com maior freqüência nestas infecções têm sido *Prototheca* sp, *Chlorella*, um mutante de alga verde sem clorofila e as algas epizoárias *Basicladia chelonum* ou *B. crassa*.

Na bacia hidrográfica do rio Uberabinha, PARTATA, BRITES, BAUAB (1989) registraram a ocorrência de *Phrynos geoffroanus*. Esta espécie possui ampla distribuição geográfica, de ocorrência, segundo LEMA & FERREIRA (1990) na América do Sul a leste dos Andes, desde a Colômbia até Misiones, na Argentina.

Este trabalho teve por objetivo não só avaliar a microbiota e algas epizoárias no cágado *P. geoffroanus*, como também verificar possíveis influências ambientais na riqueza da comunidade obtida.

## MATERIAL E MÉTODOS

---

Em janeiro de 2000 foram capturados 58 *Phrynops geoffroanus* aparentemente saudáveis, procedentes de duas áreas do rio Uberabinha (Capítulos 1 e 2).

Para a realização das análises microbiológicas, no Setor de Répteis da Universidade Federal de Uberlândia, os *P. geoffroanus* foram imobilizados manualmente e, com auxílio de zaragoas esterilizadas, materiais da mucosa oral, da cloaca e do tegumento do pescoço foram coletados, sendo imediatamente colocados em tubos de vidro 13x100 contendo meio de caldo glicosado, e transferidos ao Laboratório de Microbiologia e Imunologia da Faculdade de Medicina de Catanduva/SP. Os caldos com crescimento foram repicados com alça de platina em placas de Petri Weplast C.A<sup>®</sup> de 8 cm, descartáveis, contendo ágar sangue (relação de 10:1 de ágar/sangue de coelho) e ágar EMB (eosina-azul de metileno).

A triagem dos microorganismos gram-positivos foi realizada de acordo com as características bacteriológicas apresentadas na coloração de Gram, em microscópio Leika<sup>®</sup> ATC 2000. As colônias de leveduras foram isoladas e repicadas em ágar Sabouraud. Os microorganismos gram-negativos foram identificados por passagem das colônias pelo método TSI (Triple sugar iron) e pelo perfil bioquímico (BIER, 1994; KONEMAN et al., 2001), adotando-se a nomenclatura utilizada por TRABULSI et al. (1999) e KONEMAN et al. (2001).

Alguns *P. geoffroanus* apresentaram algas em suas carapaças. Retiraram-se amostras dos espécimes, por raspagem superficial da carapaça com um bisturi, tendo-se fixado em solução de Transeau com água destilada, na proporção de 1:1. Uma das amostras foi encaminhada para identificação ao Laboratório de Ficologia do Departamento de Botânica da Universidade Federal de São Carlos. Com base na identificação realizada e no trabalho de SEMIR, SAZIMA, SAZIMA (1988), as demais amostras foram analisadas no Laboratório do Setor de Répteis da Universidade Federal de Uberlândia.

Os dados da microbiologia foram submetidos ao teste do  $\chi^2$  (Qui-quadrado) (VIEIRA, 1981).

## RESULTADOS

Foram identificadas vinte e cinco espécies de microorganismos, sendo quatro bactérias gram-positivas (16%), vinte gram-negativas (80%) e uma levedura (4%), ocorrendo dezenove espécies (76%) nos cágados da área de predomínio agropecuário, e vinte e cinco (100%) nos cágados da área de predomínio urbano (Tabela 3.1).

**TABELA 3.1-** Quantidade de microorganismos por espécies identificadas na cavidade oral (O), cloaca (C) e tegumento do pescoço (T) dos machos e fêmeas dos *Phrynosops geoffroanus* das Áreas 1 (agropecuária) e 2 (urbana) do rio Uberabinha.

Microorganismos	Área 1						Área 2					
	Machos			Fêmeas			Machos			Fêmeas		
	O	C	T	O	C	T	O	C	T	O	C	T
<i>Actinomyces</i> sp *	.	.	.	1	.	.	.	.	.	2	.	.
<i>Aeromonas hydrophila</i>	.	1	2	.	.	3	.	2	2	.	1	1
<i>Alcaligenes denitrificans</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	1	2	.	1
<i>Alcaligenes faecales</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	.	2	1	1
<i>Arizona</i> sp	3	1	.	.	2	1	1	1	.	.	1	.
<i>Bacillus subtilis</i>	3	.	4	3	.	2	1	.	1	.	.	1
<i>Candida</i> sp **	7	5	3	8	5	4	9	9	10	9	9	10
<i>Citrobacter freundii</i>	4	3	3	4	4	4	2	1	5	2	1	3
<i>Clostridium</i> sp *	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Enterobacter aerogenes</i>	.	1	.	.	.	.	13	4	10	10	4	12
<i>Escherichia coli</i>	12	12	12	14	14	14	16	16	15	16	15	15
<i>Moraxella catarrhalis</i>	.	.	.	.	.	.	4	.	.	4	.	.
<i>Morganella morganii</i>	.	1	.	.	3	.	2	1	.	.	1	.
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	1	.
<i>Proteus mirabilis</i>	.	.	.	1	1	.	.	1	.	.	2	.
<i>Providencia rettgeri</i>	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Salmonella cholerae suis</i>	.	.	.	.	.	1	1	1	.	3	3	1
<i>Salmonella typhi</i>	.	1	2	.	.	.	2	2	2	1	2	2
<i>Salmonella typhimurium</i>	.	1	.	.	1	.	.	3	1	1	1	.
<i>Shigella boydii</i>	.	.	.	.	1	.	.	3	.	.	1	.
<i>Shigella flexneri</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Shigella sonnei</i>	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	3	1
<i>Staphylococcus aureus</i> *	2	.	.	2	.	.	4	.	.	5	.	.
<i>Staphylococcus epidermidis</i> *	.	.	1	.	.	4	.	.	2	.	.	2
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>36</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>56</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>57</b>	<b>49</b>	<b>51</b>

( ) Bactérias gram-negativas . ( \* ) Bactérias gram-positivas. (\*\*) Leveduras

*Escherichia coli* ocorreu com maior frequência, sendo isolada em todos os espécimes nas duas áreas e nos três locais do corpo pesquisados, com exceção da

cloaca de fêmeas e do tegumento dos machos e das fêmeas da área de predomínio urbano, cujas frequências foram equivalentes a 93,7%.

O número de espécies de microorganismos variou de um a quatro por amostra na área de predomínio agropecuário e de um a cinco na área de predomínio urbano, com maior porcentagem de três espécies em ambas as áreas (Tabela 3.2).

**TABELA 3.2-** Porcentagem de espécies de microorganismos da cavidade oral, cloaca e tegumento de *Phrynops geoffroanus* procedentes das duas áreas do rio Uberabinha.

Nº de Espécies	Área 1			Área 2		
	Cavidade oral	Cloaca	Tegumento	Cavidade oral	Cloaca	Tegumento
1	3,8	15,4	11,5	0,0	0,0	3,1
2	38,5	42,3	46,2	9,4	15,6	21,9
3	53,9	34,6	42,3	37,5	62,5	37,5
4	3,8	7,7	0,0	43,7	18,8	34,4
5	0,0	0,0	0,0	9,4	3,1	3,1

Aplicando-se o teste do  $\chi^2$  (Qui-quadrado), constatou-se diferença significativa na proporção de microorganismos entre os cágados das duas áreas ( $\chi^2 = 31,0$ ;  $P < 0,001$ ).

Não ocorreu diferença significativa na proporção de microorganismos entre as partes do corpo dos cágados em relação às áreas ( $\chi^2 = 0,017$ ;  $P > 0,05$ ), embora a cavidade oral tenha sido a mais infectada ( $\chi^2 = 1,5897$ ;  $P < 0,05$ ).

Comparando os resultados da microbiota dos cágados com as obtidas para a água do rio Uberabinha (Capítulo 1) constatou-se que, dos microorganismos isolados, 75,0% foram comuns na água e nos cágados, 14,3% ocorreram somente nos cágados (*Actinomyces* sp, *Candida* sp, *Clostridium* sp, *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus epidermidis*) e 10,7% somente na água (*Bacillus cereus*, *Chromobacter* e *Clostridium sporogenes*). Algumas destas espécies constam na Figura 3.1.

O número de espécies de microorganismos isolados nos cágados foi superior ao número de espécies encontradas na água do rio, tendo a área de predomínio urbano apresentado maior riqueza de espécies, tanto na água quanto nos cágados. (Tabela 3.3).

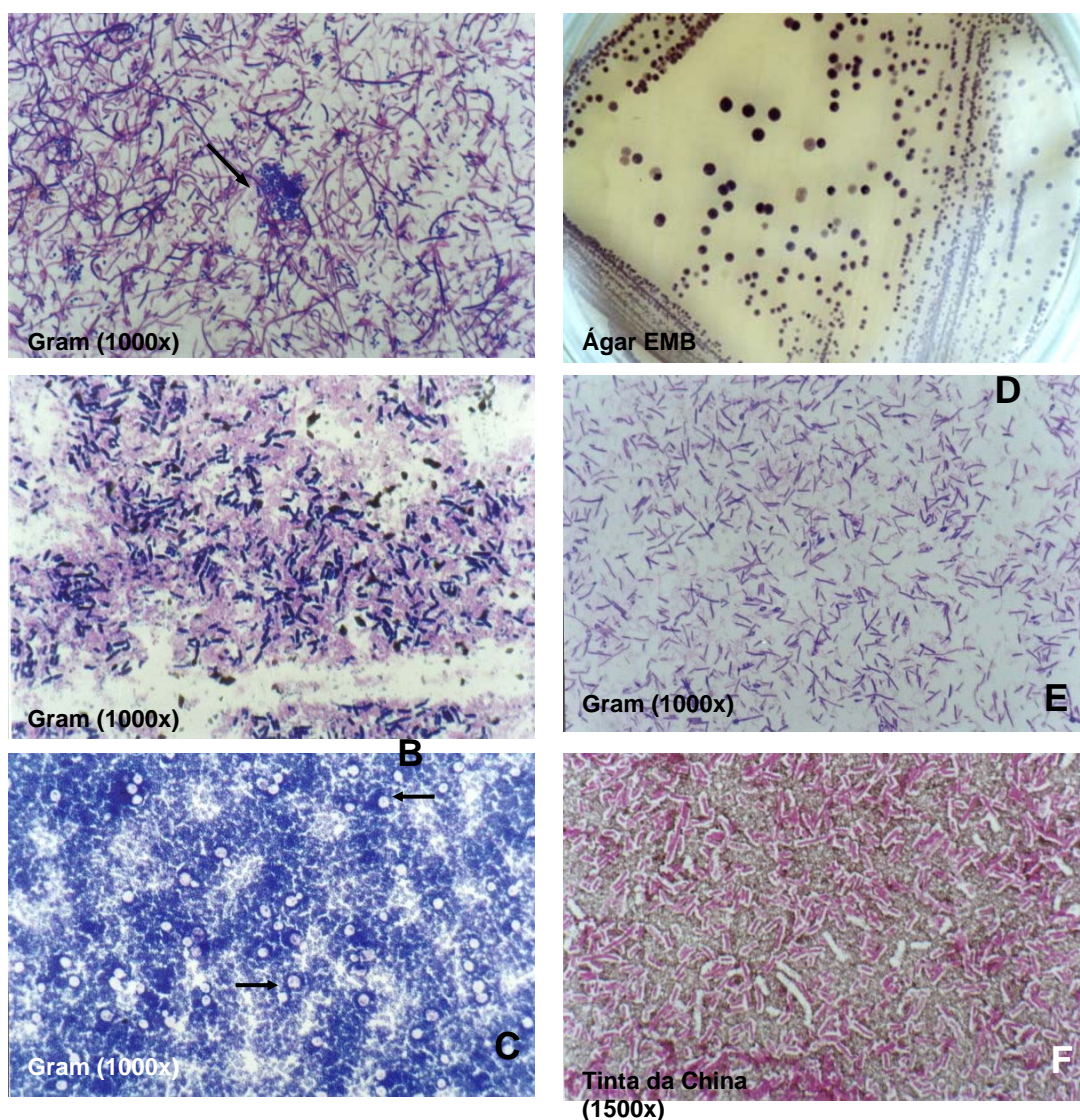


**TABELA 3.3** - Comparação entre os microorganismos isolados nos *Phrynops geoffroanus* e na água do rio Uberabinha.

Microorganismos	Área 1		Área 2	
	Água	Cágado	Água	Cágado
<i>Actinomyces</i> sp	.	+	.	+
<i>Aeromonas hydrophila</i>	.	+	+	+
<i>Alcaligenes denitrificans</i>	.	.	+	+
<i>Alcaligenes faecalis</i>	.	.	+	+
<i>Arizona</i> sp	.	+	+	+
<i>Bacillus cereus</i>	+	.	+	.
<i>Bacillus subtilis</i>	+	+	+	+
<i>Candida</i> sp	.	+	.	+
<i>Citrobacter feundii</i>	+	+	.	+
<i>Chromobacter violaceum</i>	+	.	.	.
<i>Clostridium</i> sp	.	.	+	+
<i>Clostridium sporogenes</i>	.	.	+	.
<i>Enterobacter aerogenes</i>	.	+	+	+
<i>Escherichia coli</i>	+	+	+	+
<i>Moraxella catarrhalis</i>	.	.	+	+
<i>Morganella morgani</i>	.	+	+	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	.	.	+	+
<i>P. fluorescens</i>	.	+	+	+
<i>Proteus mirabilis</i>	.	+	+	+
<i>Providencia rettgeri</i>	.	+	+	+
<i>Salmonella cholerae suis</i>	+	+	+	+
<i>Salmonella typhi</i>	+	+	+	+
<i>Salmonella typhimurium</i>	+	+	+	+
<i>Shigella boydii</i>	.	+	+	+
<i>Shigella flexneri</i>	.	.	+	+
<i>Shigella sonnei</i>	.	+	+	+
<i>Staphylococcus aureus</i>	.	+	.	+
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	.	+	.	+

Dos microorganismos identificados, apenas cinco bactérias gram-negativas ocorreram na água e nos cágados das duas áreas (*Bacillus subtilis*, *Escherichia*

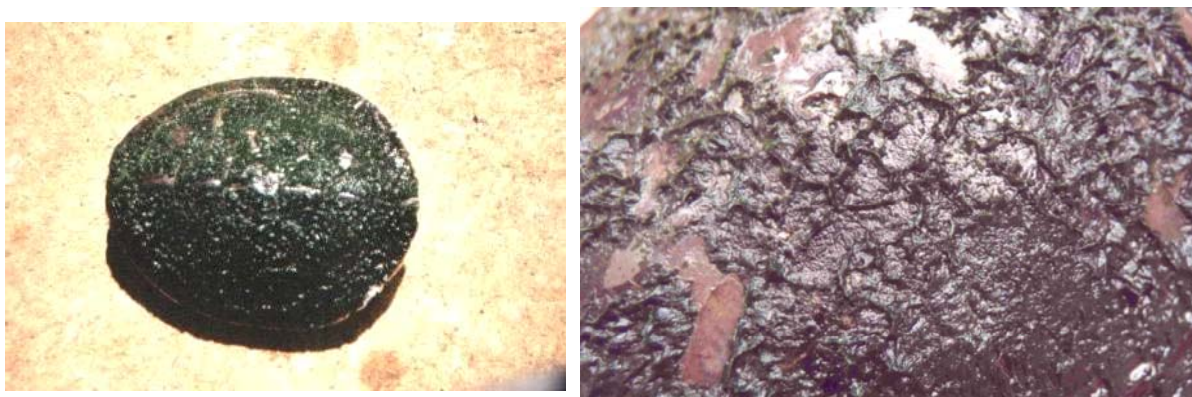
*coli*, *Salmonella cholerae suis*, *Salmonella typhimurium* e *Salmonella typhi*). As bactérias *Alcaligenes denitrificans*, *Alcaligenes faecalis*, *Clostridium* sp, *Moraxella catarrhalis*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Shigella flexineri* foram isoladas tanto na água quanto nos cágados somente na área de predomínio urbano, sendo que algumas cepas de *Escherichia coli* obtidas desta água mostraram-se encapsuladas quando submetidas à coloração de cápsula (coloração negativa) utilizando-se tinta da China (BIER, 1994).



**FIGURA 3.1-** Microorganismos em *Phrynos geoffroanus*: **A-** *Actinomyces* sp, *Staphylococcus aureus* (seta). **B-** *Clostridium* sp. **C-** *Candida* sp (esferas claras), *Staphylococcus aureus* (azul). Água do rio: **D-** *Chromobacter violaceum*. **E-** *Clostridium sporogenes*. **F-** Formas encapsuladas de *Escherichia coli*.

Foi constatada a presença da alga *Basicladia chelonum* descrita por Collins (SEMIR, SAZIMA, SAZIMA, 1988) em vinte e dois *Phrynops geoffroanus* (37,9%), quatro machos e quatro fêmeas da área de predomínio agropecuário (30,8%) e sete machos e sete fêmeas da área de predomínio urbano (43,8%) (Figura 3.2).

Na maioria dos *P. geoffroanus*, as algas estavam distribuídas por toda a carapaça, estando mais concentradas nos escudos marginais.



**FIGURA 3.2-** Aspecto e distribuição da alga *Basicladia chelonum* em carapaça de *Phrynops geoffroanus*.

Durante o exame das amostras retiradas da carapaça dos cágados constatou-se a ocorrência de outros organismos, como leveduras, rotíferos e protozoários ciliados.

## DISCUSSÃO

---

O estudo da microbiota em tartarugas está sujeito a uma grande variedade de fatores que podem interferir na flora bacteriana, tais como a espécie hospedeira, o local geográfico de origem, o estado nutricional, o tipo de alimento consumido e a variação das técnicas laboratoriais empregadas.

Os resultados encontrados em *Phrynops geoffroanus* confirmam as observações de MARCUS (1981); THEAKSTON et al. (1990); FRYE (1991); TROIANO (1991); MAVRIDIS et al. (1993a) e BAUAB (1998), que citaram a predominância de bactérias gram-negativas sobre as gram-positivas nos répteis.

MADER (1996) mencionou que a maioria das bactérias gram-positivas não é considerada patogênica para os répteis, embora todas tenham potencial para determinar doenças, especialmente em animais comprometidos, tendo isolado vinte e quatro bactérias de répteis, considerando três como não patogênicas, onze oportunistas com graus variados de patogenicidade e dez efetivamente patogênicas.

Bactérias gram-positivas isoladas nos *P. geoffroanus* predominaram na cavidade oral, corroborando com MAVRIDIS et al. (1993a) quando estudaram a microbiota aeróbica de serpentes *Bothrops*. Embora MADER (1996) tenha citado que as bactérias gram-positivas são comuns nos répteis, especialmente na pele, este foi o segundo local de ocorrência deste grupo de bactérias, seguido da cloaca nos *P. geoffroanus*.

FRYE (1991) mencionou, entre outros microrganismos, a ocorrência de *Staphylococcus aureus* e *Clostridium* em répteis, bactérias também isoladas dos *P. geoffroanus*. DEZFULIAN et al. (1994) relataram a ocorrência de *Clostridium bifermentans* no intestino de tartarugas do deserto da Califórnia, corroborando o encontro de espécie de *Clostridium* na cloaca de *P. geoffroanus*.

*Actinomyces* foi isolado na microbiota oral de *P. geoffroanus*, tendo BAUAB (1998) isolado este microorganismo em micetomas e lesões de pele em serpentes brasileiras. Segundo MIKAT & MIKAT (1981) os *Actinomyces*, bacilos anaeróbicos gram-positivos, também considerados patógenos oportunistas, têm sido isolados da cavidade oral de animais e de seres humanos, podendo causar abscessos e lesões primárias nos pulmões e outros órgãos. Contudo, os *P. geoffroanus* com *Actinomyces* associado a *Staphylococcus aureus* não apresentaram sinais evidentes de infecção.

Microorganismos gram-negativos patogênicos, como *Aeromonas hydrophila*, *Citrobacter freundii*, *Enterobacter aerogenes*, *Moraxella catarrhalis* e espécies de *Pseudomonas* e de *Bacillus*, foram isolados nos *Phrynops geoffroanus* clinicamente saudáveis, embora doenças respiratórias e pneumonias causadas por estes agentes são citadas em tartarugas por JACOBSON (1984); GLAZEBROOK & CAMPBELL (1990) e TROIANO (1991). PASQUALE et al. (1994) relataram elevado índice de mortalidade em *Pseudemys scripta* na Itália, causado por *Aeromonas hydrophila*, e AGARWAL et al. (2000) também encontraram 10,47% desta bactéria nas análises de amostras de alimentos e de animais aquáticos.

Associações de fungos com bactérias foram constatadas por BAUAB (1998) em micetomas e lesões de pele em setenta e sete serpentes brasileiras. Nos *P. geoffroanus*, *Candida* sp foi encontrada associada a *Aeromonas hydrophila*, *Bacillus subtilis*, *Citrobacter freundii*, *Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Providencia rettgeri*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella* e *Staphylococcus aureus*. Destas, apenas *P. mirabilis*, *P. rettgeri* e *P. aeruginosa* não foram isoladas na pele, sendo que *P. mirabilis* e *P. rettgeri* ocorreram na cavidade oral e na cloaca e, *P. aeruginosa* somente na cloaca dos *P. geoffroanus*.

Seis gêneros de Enterobacteriaceae como *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Proteus*, *Providencia* e *Salmonella* foram identificados por SANTOS et al. (1999) nas secreções cloacais de vinte jabutis *Geochelone denticulata* mantidos no Zoológico do Parque do Sabiá, em Uberlândia. Espécies destes gêneros também ocorreram na cloaca dos *P. geoffroanus* e, embora tenha apresentado maior variedade de gêneros e de espécies, assim como nos *Geochelone denticulata* analisados por SANTOS et al. (1999), a *Escherichia coli* foi a mais freqüente.

Segundo MARCUS (1981), a salmonelose é a maior zoonose associada com os répteis, tendo FRYE (1991); WALT et al. (1997) e PASMANS et al. (2000) também isolado sorotipos de *Salmonella* em répteis. Nos *P. geoffroanus*, entre as três espécies de *Salmonella* identificadas (*S. cholerae suis*, *S. typhi* e *S. typhimurium*), *S. cholerae suis* também foi relatada por CAMBRE et al. (1980) em serpente *Nerodia sipidon*, *S. typhimurium* em *Trachemys scripta* por DESSI, SANNA, PAGHI (1992) e em *Testudo graeca* por PECONEK (1999).

Em Testudinata, FRYE (1991) mencionou que na septicemia cutâneo ulcerativa que ocorre em tartarugas aquáticas, mais freqüentemente em



Trionychidae, a doença é caracterizada por ulcerações cutâneas, anorexia, letargia e, mais tarde, no curso da doença, necrose hepática, paralisia e morte, tendo por agente etiológico a bactéria *Citrobacter freundii*, encontrada na cavidade oral, cloaca e pele de alguns *Phrynops geoffroanus* procedentes das duas áreas do rio Uberabinha.

FRYE (1991) e TROIANO (1991) citaram que microorganismos gram-negativos patogênicos como *Aeromonas hydrophila*, *Arizona* sp, *Escherichia coli*, *Morganella morgani*, *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens*, *Providencia rettgeri*, *Citrobacter* sp e *Enterobacter* sp foram isolados em abscessos de répteis. Tais abscessos podem ser encontrados em qualquer superfície do corpo, mas geralmente ocorrem com maior freqüências na cabeça e nas extremidades dos répteis, como citado por FRYE (1991).

Nos *P. geoffroanus*, durante a permanência em cativeiro, foram constatados abscessos no pescoço e principalmente na região da glândula parótida. Provavelmente, a formação dos abscessos nestes cágados resultou de infecções secundárias nos ferimentos provocados pelo comportamento agonístico de mordidas, observadas principalmente durante a competição pelos alimentos oferecidos, fato também citado por GLAZEBROOK & CAMPBELL (1990) como de ocorrência comum em fazendas de criação de tartarugas.

Micoses cutâneas e sistêmicas em répteis foram relatadas por CABO, SERRANO, ASENSIO (1995) mostrando um caso fatal de micose pulmonar por *Beauveria bassiana* em *Trachemys scripta*. MASTERS et al. (1995) citaram três casos de micoses por *Dermatophyllus* em tartarugas na Austrália e FEIO et al. (1999), isolaram *Basidiolobus ranarum* em amostras de fezes de tartarugas e outros répteis, anfíbios e peixes. MILDE et al. (2000) caracterizaram por PCR algumas leveduras do gênero *Candida* isoladas de *Testudo* sp. Esta levedura foi também isolada na microbiota oral, na pele e na cloaca dos *P. geoffroanus* das duas áreas estudadas, sendo que os cágados não apresentavam evidências de micoses ou outra sintomatologia clínica.

A área de predomínio urbano, onde o rio Uberabinha recebe dejetos provenientes de esgotos domiciliares e de pequenas indústrias, águas pluviais e da canalização de quatro córregos, contou com o maior número de espécies de microorganismos na água e nos *Phrynops geoffroanus*. Entre os microorganismos isolados desta área, algumas cepas de *Escherichia coli* mostraram-se encapsuladas

quando submetidas à coloração com tinta da China, o que não ocorreu com outras bactérias. As cápsulas provavelmente devem constituir um mecanismo adaptativo ou de proteção contra agentes poluentes.

Nesta área, os emissários de esgoto despejam no rio diversos tipos de resíduos, inclusive material orgânico, baratas e ratos, o que favorece o aparecimento de algumas espécies de peixes. Os cágados ali se concentram, provavelmente em função da facilidade na aquisição de alimentos, uma vez que, segundo MEDEM (1960), consomem peixes, podendo também se alimentar de Orthoptera e Coleoptera.

Na área de predomínio agropecuário, o número de espécies de microorganismos tanto na água como nos cágados foi inferior aos da área de predomínio urbano, embora proporcionalmente, os cágados tenham apresentado maior número de espécies em relação à água. A diferença na proporção de espécies de microorganismos entre a água do rio e os cágados talvez tenha sido consequência dos grandes deslocamentos dos cágados desta subpopulação em busca de alimentos, bem como da maior movimentação da água em consequência das correntezas presentes em vários pontos do rio.

Vários registros de ocorrência de algas (SCHWARTZ, 1992; KRAWCHUK, KOPER, BROOKS, 1997; SENTIES, ESPINOLA-AVALOS, ZURITA, 1999) e espécies de *Basicladia* em cascos de tartarugas são encontrados em EDGREN, EDGREN, TIFFANY (1953); DUCKER (1958); PROCTOR (1958); DIXON (1960); GIBBONS (1968); HULSE (1976); ARIF (1991); COLT JUNIOR, SAUMURE JUNIOR, BASKINGER (1995), entre outros. No Brasil, o primeiro registro de *Basicladia chelonum* foi de SEMIR, SAZIMA, SAZIMA (1988), que encontraram esta alga nos cascos de dois machos de *Hydromedusa tectifera* procedentes da região de Campinas e de uma fêmea de *P. geoffroanus* de Ilha Solteira, todos no estado de São Paulo.

SEMIR, SAZIMA, SAZIMA (1988), relataram que a maioria das espécies de algas verdes do gênero *Basicladia*, família Cladophoracea, foram descritas a partir de plantas epizoárias sobre cascos de tartarugas, com exceção de *Basicladia vivipara*, encontrada sobre caramujos de água doce. Estes autores também mencionaram que a ausência de luz, abrasão ou dessecação em consequência do comportamento das tartarugas, tais como maior ou menor tendência de assoalhar,

enterrar ou hibernar podem influenciar na colonização e distribuição de *Basycladia* no casco destes animais.

A maior colonização das algas *Basycladia chelonum* no casco dos *Phrynops Geoffroanus* da área de predomínio urbano provavelmente deve estar relacionada à temperatura da água mais elevada e a maiores teores de nitrito na água nesta área (Capítulo 1), pois segundo ESTEVES (1988), o nitrogênio é um dos elementos mais importantes no metabolismo aquático, principalmente na formação de proteínas que constituem um dos componentes básicos da biomassa.

Embora a diferença quantitativa de nitrato e fosfato na água do rio Uberabinha não tenha sido estatisticamente significativa entre as áreas estudadas, estes dois nutrientes apresentaram maiores valores na maioria das amostras analisadas da área de predomínio urbano (Capítulo 1), podendo ter contribuído para a maior colonização das algas no casco dos cágados. A esse respeito ESTEVES (1988) também citou que o fósforo participa de processos fundamentais do metabolismo dos seres vivos, como o armazenamento de energia e estruturação da membrana celular.

O comportamento de assoalhamento presente em algumas espécies de Testudinata pode interferir na colonização, crescimento e distribuição de *Basycladia* (PROCTOR, 1958). Embora os *P. Geoffroanus* apresentem este comportamento (MEDEM, 1960; MOLINA, 1989) que favorece a dessecação e conseqüente redução da cobertura algácea, alguns espécimes estavam recobertos por *Basycladia chelonum*, principalmente os cágados da área de predomínio urbano.

A cobertura basicladiálica sobre os cascos de tartarugas aquáticas pode facilitar a camuflagem, proveitosa para evitar predadores e favorecer o forrageamento (FRYE, 1991), e embora estas algas possam produzir perfurações superficiais na cobertura de queratina nos cascos das tartarugas após um longo período de fixação, não se tem certeza a respeito de *Basycladia chelonum* e *B. crassi* serem organismos patogênicos (HULSE, 1976). Entretanto, se as *Basycladia* podem produzir perfurações superficiais nos cascos das tartarugas, estas lesões passam a constituir uma porta de entrada para microorganismos, como fungos e bactérias e, eventualmente, a determinar patologias nestes animais.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- AGARWAL, R. K., KAPOOR, K. N., KUMAR, A., BHILEGAONKAR, K. N. Aeromonads in foods of animal origin. **Indian J. Anim. Sci.**, v. 70, n. 9, p. 942-943, 2000.
- ARIF, I. A. Epizoic algal communities of Al-Hassa, Saudi Arábia. **Arab Gulf J. Sci. Res.**, v. 9, n. 1, p. 87-98, 1991.
- BAUAB, F. A. **Snakes' sin wounds and integumentary disorders caused by environmental microorganisms: diagnosis, physiopathology and microbiologic features**, 1998. 123 p. Dissertation (Doctorate in Immuno-pathology) - Pacific Western University.
- BAUAB, F. A., IWASHIMA, Y., BRITES, V. L. C., CURY, J. C., VICTORINO, W. T. Estudo comparativo da produção máxima de peçonha e inquérito bacteriológico bucal em serpentes Viperidae. In: CONGRESSO CIENTÍFICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, 1, 1992, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, Pró-Reitoria de Ensino, Pesquisa e Extensão, 1992. p. 110.
- BIER, O. **Microbiologia e imunologia**. São Paulo: Melhoramentos, 1994. 1234p.
- BOEVER, W. L. Arizona septicemia in three *Boa constrictor*. **Vet. Med. Small Anim. Clin.**, v. 70, p. 1357-1359, 1975.
- BOYCOTT, R. S., TAYLOR, J., DOUGLAS, S. H. *Salmonella* in tortoises. **J. Path. Bact.**, v. 65, p. 401-411, 1953.
- CABO, J. F. G., SERRANO, J. E., ASENSIO, M. C. B. Mycotic pulmonary disease by *Beauveria bassiana* in a captive tortoise. **Mycoses**, v. 38, n. 3/4, p.167-169, 1995.
- CAMBRE, R. C., GREEN, D. E., SMITH, E. E., MONTALI, R. J., BUSH, M. Salmonellosis and arizonosis in the reptile collection at the National Zoological Park. **J. Amer. Vet. Med. Ass.**, v. 177, p. 800-803, 1980.
- COLT JUNIOR, L. C., SAUMURE JUNIOR, R. A., BASKINGER, S. First record of the algal genus *Basycladia* (Chlorophyta, Cladophorales) in Canada. **Canadian Field Naturalist.**, v. 109, n. 2, p. 454-455, 1995.
- COOPER, J. E., LEAKEY, J. H. A septicemic disease of east African snakes associated with Enterobacteriaceae. **Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.**, v. 70, p. 80-84, 1976.
- CRISPINS, G. G., MARION, K. R. Algal infection in a corn snake (*Elaphe guttata guttata*). **Lab. Anim. Sci.**, v. 25, p. 788-789, 1975.
- DESSI, S., SANNA, C., PAGHI, L. Human salmonellosis transmitted by a domestic turtle. **European J. Epidemiol.**, v. 8, n. 1, p. 120-121, 1992.

- DEZFULIAN, M., QUINTANA, J., SOLLEYMANI, D., MARAFKA, D. Physiological characteristics of *Clostridium bifermentans* selectively isolated from California desert tortoise. **Folia Microbiol.**, v. 39, n. 6, p. 496-500, 1994.
- DIXON, J. R. Epizootic algae on some turtles of Texas and Mexico. **Tex. J. Sci.**, v. 12, p. 36-38, 1960.
- DUCKER, S. C. A new species of *Basycladia* on Australian freshwater turtles. **Hydrobiologia**, v. 10, p. 157-174, 1958.
- EDGREN, R. A., EDGREN, M. K., TIFFANY, L. H. Some North American turtles and their epizootic algae. **Ecology**, v. 34, n. 4, p. 733-734, 1953.
- ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1988. 575p.
- FEIO, C. L., BAUWENS, L., SWINNE, D., MEURICHY, W., MEURICH, W. Isolation of *Basidiobolus ranarum* from ectotherms in Antwer Zoo with special reference to characterization of the isolated strains. **Mycoses**, v. 42, n. 4, p. 291-296, 1999.
- FRYE, F. L. Infections diseases: Fungal, actinomycet, bacterial, rickettsial, and viral diseases. In: \_\_\_\_\_. **Biomedical and surgical aspects of captive reptile husbandry**. 2. ed. Florida: Krieger, 1991. v. 1. chap. 4. p. 101-160.
- GIBBONS, J. W. Carapacial algae in a population of the painted turtle, *Chrysemys picta*. **Amer. Midl. Naturalist.**, v. 79, n. 2, p. 517-519, 1968.
- GLAZEBROOK, J. S., CAMPBELL, R. S. F. A survey of the diseases of marine turtles in Northern Australia: I. Farmed turtles. **Dis. Aquat. Org.**, v. 9, n. 2, p. 83-96, 1990.
- GOLDSTEIN, E. J. C., AGYARE, E. O., VAGVOLGYI, A. E., HALPERN, M. Aerobic bacterial oral flora of garter snakes: development of normal flora and pathogenic potential for snakes and humans. **J. Clin. Microbiol.**, v. 13, p. 954-956, 1981.
- HOFF, G. L., FRYE, F. L., JACOBSON, E. R. **Diseases of amphibians and reptiles**. New York: Plenum, 1984. 784p.
- HULSE, A. C. Carapacial and plastral flora and fauna of the sonora mud turtle, *Kinosternon sonoriense* Le Conte (Reptilia, Testudines, Kinosternidae). **J. Herpetol.**, v. 10, n. 1, p. 45-48, 1976.
- JACOBSON, E. R. Pseudomonas. In: HOFF, G. L., FRYE, F. L., JACOBSON, E. R. **Diseases of amphibians and reptiles**. New York: Plenum, 1984. p. 37-47.
- JORGE, M. T., MENDONÇA, J. S., RIBEIRO, L. A., SILVA, M. L. R., KUSANO, E. J. U., SANTOS, C. L. Flora bacteriana da cavidade oral, presas e veneno de *Bothrops jararaca*: possível fonte de infecção no local da picada. **Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo**, v. 32, p. 6-10, 1990.
- KEYMER, I. F. Diseases of chelonians: (1) necropsy survey of tortoises. **Vet. Rec.**, v. 103, n. 25. p. 548-552, 1978 a.

- KEYMER, I. F. Diseases of chelonians: (2) necropsy survey of terrapins and turtles. **Vet. Rec.**, v. 103, n. 26/27. p. 577-582, 1978 b.
- KONEMAN, E. W., ALLEN, S. D., JANDA, W. M., SCHRECKENBERGER, P. C., WINN JUNIOR., W. C. **Diagnóstico microbiológico: texto e atlas colorido**. 5. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 2001. 1465p.
- KRAWCHUC, M. A., KOPER, N., BROOKS, R. J. Observations of a possible cleaning symbiosis between painted turtles, *Chrysemys picta*, and snapping turtles, *Chelydra serpentina*, in central Ontario. **Canadian Field Naturalist.**, v. 111, n. 2. p. 315-317, 1997.
- LEMA, T., FERREIRA, M. T. S. Contribuição ao conhecimento de Testudines do Rio Grande do Sul (Brasil): lista sistemática comentada (Reptilia). **Acta Biol. Leopoldensia**, v. 12, n. 2, p. 125-164, 1990.
- MADER, D. R. **Reptile medicine and surgery**. Philadelphia: W.B. Saunders, 1996. 512 p.
- MARCUS, L. C. **Veterinary biology and medicine of captive amphibians and reptiles**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1981. 239 p.
- MASTERS, A. M., ELLIS, T. M., CARSON, J. M., SUTHERLAND, S.S., GREGORY, A. R. *Dermatophyllus chelonae* sp. nov., isolated from chelonids in Australia. **Intern. J. Syst. Bacteriology**, v. 45, n. 1, p. 50-56, 1995.
- MAVRIDIS, S. C., HIPÓLITO, M., BALDASSI, L., MOULIN, A. A. P., CALIL, E. M. B., BARBOSA, M. L. Estudo da microbiota aeróbica de serpentes *Bothrops* sp (Serpentes, Viperidae), recém-capturadas. **Mem. Inst. Butantan**, v. 55, n. 2, p. 59-64, 1993 a.
- MAVRIDIS, S. C., HIPÓLITO, M., BALDASSI, L., CALIL, E. M. B., MOULIN, A. A. P., BARBOSA, M. L. Inquérito bacteriológico de serpentes doentes e mortas mantidas em cativeiro. **Mem. Inst. Butantan**, v. 55, p. s55-s62, 1993b. Suplemento 1.
- MEDEM, F. Informe sobre reptiles colombianos. (V): observaciones sobre la distribucion geografica y ecologia de la tortuga *Phrynops geoffroana* ssp en Colombia. **Noved. Colombianas**, v. 1, n. 5, p. 291-300, 1960.
- MIKAT, D. M., MIKAT, K. W. **Dicionário de bactérias: um guia para o médico**. [S.I.: s.n.], 1981. 72 p.
- MILDE, K., KOSTKA, V., KALETA, E. F., WILLEMS, H., JAGER, C. Multiplex-PCR-based differentiation and characterization of *Candida* isolates derived from tortoises (Testudinidae). **Vet. Microbiology**, v. 76, n. 4, p. 395-402, 2000.
- MOLINA, F. B. **Observações sobre a biologia e o comportamento de *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812) em cativeiro (Reptilia, Testudines, Chelidae)**, 1989. 185 p. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

- MORENO, G., LOPES, C. A. M., SADATSUNE, T., ANDRADE, J. C. R.  
Isolamento de *Arizona* a partir de animais de sangue frio. **Arq. Inst. Biol. São Paulo**, v. 40, p. 137-138, 1973.
- PASMANS, F., HERDT, P., CHASSEUR-LIBOTTE, M.L., BALLASINA, D. L. P., HAESEBROUCK, F., HERDT, P. Occurrence of *Salmonella* in tortoises in a rescue center in Italy. **Vet. Rec.**, v. 146, n. 9, p. 256-258, 2000.
- PASQUALE, V., BALODA, S. B., DUMONTET, S., KROVACEK, K. An outbreak of *Aeromonas hydrophila* infection in turtles (*Pseudemys scripta*). **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 50, n. 5, p. 1678-1680, 1994.
- PARTATA, V. A., BRITES, V. L. C., BAUAB, F. A. Nota preliminar sobre a ocorrência de quelônios no rio Uberabinha, Minas Gerais – Brasil. **R. Cent. Ci. Bioméd. Univ. Fed. Uberlândia**, v. 5, n. 1, p. 58-59, 1989.
- PECONEK, J. *Salmonella* strains isolated from tortoise in Poland. **Zycie-Weterynaryjne**, v. 74, n. 9, p. 442-444, 1999.
- PROCTOR, V. W. The growth of *Basidiocladia* on turtles. **Ecology**, v. 39, n. 4, p. 634-645, 1958.
- SANTOS, P. M., ALMEIDA, S. C., BEICHER, A. M. A., BRITES, V. L. C. Enterobacteriaceae isoladas das secreções cloacais de *Geochelone (Chelonoidis) denticulata* (Linnaeus, 1766) (Testudinata) e sensibilidade aos antimicrobianos. In: SEMANA CIENTÍFICA DE ESTUDOS BIOLÓGICOS, 16, 1999, Uberlândia. **Resumos...** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 1999. p. 26.
- SCHWARTZ, F. J. Algal diatom growths associated with the marine fish sheepshead, *Archosargus probatocephalus*, and loggerhead, *Caretta caretta*, and green, *Chelonia mydas*, sea turtles held in captivity in North Carolina. **Bull. Mar. Sci.**, v. 51, n. 3, p. 466-474, 1992.
- SEMIR, J., SAZIMA, I., SAZIMA, M. *Basidiocladia chelonum*, alga epizoária em casco de tartarugas de água doce, no sudeste brasileiro. **Ciência e Cultura**, v. 40, n. 9, p. 885-888, 1988.
- SENTIES, G. A., ESPINOZA-AVALOS, J., ZURITA, J. C. Epizoic algae of nesting sea turtles *Caretta caretta* (L.) and *Chelonia mydas* (L.) from the Mexican Caribbean. **Bull. Mar. Sci.**, v. 64, n. 1, p. 185-188, 1999.
- SOARES, J. B., MAIA, A. C. F. **Água: microbiologia e tratamento**. Fortaleza: UFC, 1999. 215 p.
- THEAKSTON, R. D. G., PHILLIPS, R. E., LOOAREESUWAN, S., ECHEVERRIA, P., MAKIN, T., WARREL, D. A. Bacteriological studies of the venom and mouth cavities of wild Malayan pit vipers (*Colloselasma rhodostoma*) in southern Thailand. **Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.**, v. 84, p. 875-879, 1990.
- TRABULSI, L. R., TOLEDO, M. R. F. Microbiota normal do corpo humano. In: TRABULSI, L. R., ALTERTHUM, F., GOMPERTZ, O. F., CANDEIAS, J. A. N. **Microbiologia**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 1999. cap. 14, p. 123-126.

- TRABULSI, L. R., ALTERTHUM, F., GOMPERTZ, O. F., CANDEIAS, J. A. N.  
**Microbiologia**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 1999. 586 p.
- TROIANO, J. C. **Manejo sanitario de reptiles en cautiverio**. Buenos Aires: Prensa Veterinaria Argentina, 1991. 176 p.
- VIEIRA, S. **Introdução à bioestatística**. Rio de Janeiro: Campus, 1981, 203 p.
- WALT, M. L. van der, HUCHZERMEYER, F. W., STEYN, H. C., Van der WALT, M. L. *Salmonella* isolated from crocodiles and other reptiles during the period 1985-1994 in South Africa. **Onderstepoort J. Vet. Res.**, v. 64, n. 4, p. 277-283, 1997.
- WILLIAMS, E., FREEMAN, M., KENNEDY, E. The bacterial flora of the mouths of Australian venomous snake in captivity. **Med. J. Australia**, v. 2, p. 190-193, 1934.

**CAPÍTULO 4**

**Haemogregarinidae (Apicomplexa)  
e  
Glossiphoniidae (Hirudinea)  
em *Phrynops geoffroanus*  
do rio Uberabinha, MG**

## RESUMO

---

A ocorrência de ectoparasitos e de hematozoários foi investigada durante o verão em *Phrynops geoffroanus*, recém capturados em dois locais do rio Uberabinha, no município de Uberlândia, Minas Gerais. Dos 58 espécimes capturados, 26 (12 machos e 14 fêmeas) habitavam uma área com uso do solo de predomínio agropecuário e 32 (16 machos e 16 fêmeas) uma área de predomínio urbano, tendo sido utilizadas armadilhas contendo peixes, vísceras de frango e coração bovino como iscas. Os ectoparasitos foram banhados com etanol 10% refrigerado, a aproximadamente 2°C, removidos com pincéis e pinças, fixados em formoldeido 5% e preservados em etanol a 70%. Para a pesquisa de hematozoários foram realizados esfregaços sangüíneos, obtendo-se as amostras de sangue por punção do seno retrorbital, utilizando-se capilares de microhematócrito heparinizado. Ectoparasitismo por sanguessugas *Placobdella bistrata* foi constatado em 28,1% dos cágados da área de predomínio urbano encontrando-se formas jovens e adultas dessas sanguessugas fixadas na cavidade dos membros locomotores. Gametócitos intraeritrocitários de Haemogregarinidae foram encontrados em 15,4% dos cágados da área de predomínio agropecuário e em 37,5% dos cágados da área de predomínio urbano. Parasitismos por sanguessugas e Haemogregarinidae no mesmo indivíduo foram constatados em seis cágados. As diferentes ocupações do solo interferiram no ecossistema aquático favorecendo o parasitismo na área de predomínio urbano.

## INTRODUÇÃO

---

Répteis aquáticos e semiaquáticos ocasionalmente são infestados com sanguessugas, que podem determinar anemia em seus hospedeiros, além de favorecer a contaminação por bactérias e fungos patogênicos através das lesões causadas pelas estruturas da boca (FRYE, 1991a; MADER, 1996).

As sanguessugas também podem ser hospedeiros intermediários de *Trypanosoma*, *Haemogregarina*, *Hepatozoon* e *Karyolysus*, hemoparasitos de répteis (MISHRA & GONZALES, 1978; SIDDALL & DESSER, 1992; MADER, 1996).

De acordo com GRAHAM, SAUMURE, ERICSON (1997), o gênero *Placobdella* (Glossiphoniidae) inclui 50% de todas as espécies de sanguessugas norte-americanas conhecidas em tartarugas.

Entre as sanguessugas Glossiphoniidae citadas por RINGUELET (1968, 1976) de ocorrência na América do Sul, *Desmobdella*, *Haementeria*, *Helobdella*, *Oligobdella* e *Placobdella* têm sido encontradas em rios brasileiros.

Os hemoparasitos de répteis incluem representantes de todos os grupos taxonômicos que parasitam outros vertebrados (TELFORD JUNIOR, 1984).

Nos Testudinata o encontro de hematozoário intra e extracelular é comum, particularmente as hemogregarinas, e embora possam ocorrer parasitemias intensas e de longa duração, não são usualmente patogênicas para seus hospedeiros (MARCUS, 1981; TELFORD JUNIOR, 1984; JAKES et al. 2001).

Segundo MARCUS (1981) e TROIANO (1991), ocorrem espécies de *Trypanosoma*, *Haemogregarina*, *Hepatozoon*, *Karyolysus*, *Plasmodium*, *Haemoproteus*, *Lankesterella*, *Schellackia*, e mais recentemente têm-se encontrado *Parahaemoproteus*, *Simondia*, *Lainsonia* e *Fallisia*, tendo BARNARD & UPTON (1994) relacionado outros organismos com classificação incerta, como *Bertarellia*, *Chelonoplasma*, *Cingula*, *Nuttalia* etc.

As *Haemogregarina* são cosmopolitas sendo comuns em tartarugas aquáticas (McAULIFFE, 1977), tendo MICHEL (1973) registrado a ocorrência de *Haemogregarina* e de *Hepatozoon* em Testudinata.

O presente trabalho teve por objetivo investigar a possível interferência das diferentes influências antrópicas em função do uso do solo na frequência de hematozoários e ectoparasitos no cágado *Phrynops geoffroanus* do rio Uberabinha, Minas Gerais.



## MATERIAL E METODOS

---

Em janeiro de 2000, foram capturados 58 *Phrynops geoffroanus* no rio Uberabinha (Capítulos 1 e 2).

No Setor de Répteis da Universidade Federal de Uberlândia, os cágados foram inspecionados quanto à presença de ectoparasitos.

As sanguessugas encontradas foram narcotizadas de acordo com a técnica de KLEMM (1995) modificada, tendo sido banhadas com etanol a 10% refrigerado a aproximadamente 2° C, removidas com pincel e pinça e fixadas em formoldeído a 5% tamponado com carbonato de cálcio e após aproximadamente 24 horas foram lavadas com água deionizada e preservadas em etanol a 70%.

Para a pesquisa de hematozoários, os cágados foram contidos e posicionados manualmente sobre a bancada do laboratório com os pescoços distendidos. Procedeu-se a assepsia na face lateral das cabeças com solução iodophor a 0,5 %.

Amostras de sangue foram colhidas por punção do seno retrorbital, segundo a técnica de RILEY (1960), utilizando-se capilares de microhematócrito heparinizados (Figura 4.1).



**FIGURA 4.1-** *Phrynops geoffroanus*. Punção do seno retrorbital segundo a técnica de Riley.

Realizou-se nova assepsia mantendo-se o ponto de coleta sob pressão de compressa de algodão em solução de iodophor a 0,5 %.

Os esfregaços sangüíneos foram fixados com metanol, secos ao ar e corados com Instant-Prov da Newprov<sup>®</sup> e analisados sob microscopia ótica com equipamento Leika ATC 2000.

## RESULTADOS

Sanguessugas Glossiphoniidae *Placobdella bistrata* descrita por Pinto em 1920 (RINGUELET, 1976) foram encontradas em nove dos cinquenta e oito (15,5%) *Phrynos geoffroanus* examinados. As infestações por sanguessugas foram constatadas apenas em espécimes procedentes da área urbanizada, sendo que dos trinta e dois cágados, cinco machos (15,6%) e quatro fêmeas (12,5%) estavam infestados.

O número total de sanguessugas infestando os cágados foi de 418 (225 nos machos, 193 nas fêmeas) e o número de sanguessugas por indivíduo variou de 33 a 70 ( $45,0 \pm 15,0$ ) nos machos e de 25 a 80 ( $48,2 \pm 24,9$ ) nas fêmeas.

Formas jovens a adultas de sanguessugas ocorreram em todos os *P. geoffroanus* infestados, com maior porcentagem de adultos (62,2%) e destes, 42,3% estavam incubando as crias (Tabela 4.1).

**TABELA 4.1-** Quantidade e porcentagem da sanguessuga *Placobdella bistrata* nas respectivas formas encontradas (jovens, adultos e adultos incubando crias) nos cinco machos e nas quatro fêmeas de *Phrynos geoffroanus* parasitados.

<i>Phrynos geoffroanus</i> (sexo)	Sanguessugas			Nº total
	Nº de adultos (%)	Nº de jovens (%)	Nº de adultos incubando crias (%)	
Macho	35 (76,09)	11 (23,91)	15 (42,86)	46
Macho	30 (71,43)	12 (28,57)	12 (40,00)	42
Macho	32 (94,12)	02 (05,88)	13 (40,63)	34
Macho	48 (68,57)	22 (31,43)	32 (66,67)	70
Macho	24 (72,73)	09 (27,27)	09 (37,50)	33
Fêmea	12 (37,50)	20 (62,50)	01 (08,33)	32
Fêmea	31 (55,36)	25 (44,64)	12 (38,71)	56
Fêmea	40 (50,00)	40 (50,00)	14 (35,00)	80
Fêmea	08 (32,00)	17 (68,00)	02 (25,00)	25

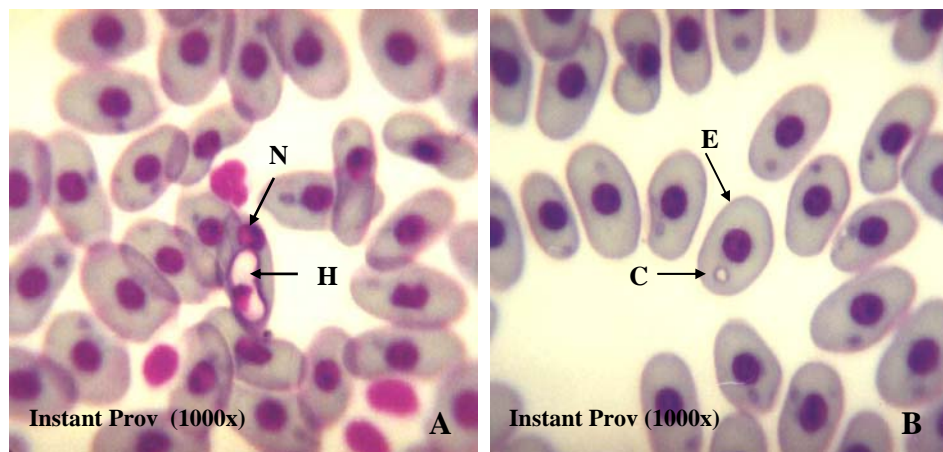
Hemogregarinas identificadas pela presença de gametócitos intraeritrocitários (Figura 4.2A), foram encontradas em 27,6% dos cinquenta e oito *P. geoffroanus* examinados, 15,4% (dois machos, duas fêmeas) dos cágados procedentes da área de

predomínio agropecuário (n=26) e em 37,5% (sete machos, cinco fêmeas) dos cágados procedentes da área de predomínio urbano (n=32).

A intensidade da parasitemia nos *Phrynops geoffroanus* não foi calculada devido o pequeno número de eritrócitos parasitados indicando, portanto, uma baixa parasitemia.

Dos dezesseis *P. geoffroanus* infestados por hemogregarinas, somente seis portavam sanguessugas, consideradas como prováveis vetores das Haemogregarinidae encontradas.

As análises dos esfregaços sangüíneos dos espécimes portadores de hemogregarina, além dos gametócitos intraeritrocitários, revelaram a presença de corpúsculos em outros eritrócitos (Figura 4.2B).



**FIGURA 4.2-** Esfregaço sangüíneo de *Phrynops geoffroanus*. **A-** Gametócito intraeritrocitário de Haemogregarinidae (H) deslocando o núcleo (N) para a periferia. **B-** Eritrócito (E) com inclusão de corpúsculo indefinido (C).

## DISCUSSÃO

---

As sanguessugas foram encontradas somente em espécimes de *Phrynops geoffroanus* da subpopulação da área de predomínio urbano, provavelmente em consequência dos maiores níveis de poluentes orgânicos na água, onde o rio Uberabinha recebe esgotos domésticos e de pequenas indústrias, o que não ocorreu na área de predomínio agropecuário.

De acordo com BARNES (1984), em ambientes favoráveis com altos níveis de poluentes orgânicos, ocorrem grandes quantidades de sanguessugas, tendo SAWYER (1986) mencionado que a quantidade e as espécies de sanguessugas estão relacionadas a fatores físicos e químicos ambientais e da oferta de alimentos.

As sanguessugas encontravam-se fixadas na pele mais delgada da cavidade dos membros locomotores, com maior concentração na região posterior da cavidade axilar. A pele mais delgada nestas regiões do corpo dos *P. geoffroanus* deve favorecer a fixação e a alimentação das sanguessugas.

Outras vantagens da fixação das sanguessugas nas cavidades dos membros locomotores dos *P. geoffroanus* podem estar relacionadas à proteção contra a dessecação durante os períodos de assoalhamento dos cágados, proteção contra atritos, tanto no ambiente aquático quanto no terrestre.

ERNST (1971) verificou que em *Chrysemys picta*, a maioria das sanguessugas *Placobdella parasitica* encontrava-se também na cavidade dos membros locomotores, com algumas fixadas na pele da região gular e ao redor do pescoço, relacionando estas localizações no hospedeiro com a proteção contra a dessecação.

O fato de as *Chrysemys picta* ter apresentado sanguessugas na região gular e no pescoço (ERNST, 1971), locais não infestados pelas sanguessugas nos *P. geoffroanus*, deve estar relacionado às diferentes formas de retração da cabeça e às diferenças na textura da pele entre estas espécies. As *Chrysemys picta* curvam o pescoço em forma de “S” dentro do casco, ocorrendo formações de pregas na pele delgada do pescoço protegendo as sanguessugas e a espessura da pele favorece a penetração da probóscide durante a alimentação. Já os *P. geoffroanus* curvam o pescoço horizontalmente, o que impede as formações de pregas e possuem pele espessa que dificulta a penetração das probóscides das sanguessugas.

HULSE & ROUTMAN (1982) encontraram sanguessugas sobre as áreas de pele expostas em *Clemmys insculpta*, e relataram que certas áreas parecem ser preferidas, como a cavidade inguinal, área nugal e cavidade axilar, considerando estas áreas como mais inacessíveis ao ambiente externo, possibilitando proteção contra dessecação e abrasão.

Os índices de parasitismo por sanguessugas variam com a sazonalidade e com o comportamento das espécies de tartarugas, tendo ERNST (1971) encontrado maiores índices nas *Chrysemys picta* em abril (16,7%) e maio (13,3%).

KOFFLER, SEIGEL, MENDONCA (1978), ao estudarem *Clemmys insculpta*, atribuíram o grande declínio de infestação durante o verão, ao comportamento reprodutivo das tartarugas quando elas passam muito tempo no ambiente assoalhado, alimentando e cavando ninhos. GRAHAM, SAUMURE, ERICSON (1997) encontraram uma alta infestação (72,6%) em *Graptemys geographica*, durante o mês de novembro.

Embora não se tenha investigado a prevalência sazonal de sanguessugas nos *Phrynops geoffroanus* no rio Uberabinha, o índice de parasitismo verificado em janeiro foi próximo aos maiores obtidos por ERNST (1971) em *Chrysemys picta* nos meses de abril e maio, fato também observado em *Clemmys insculpta* por BREWSTER & BREWSTER (1986).

Diferenças no índice de parasitismo por sanguessugas foram verificadas em diversas espécies de tartarugas. Nos *P. geoffroanus*, os machos apresentaram um índice de ectoparasitismo ligeiramente maior que as fêmeas, diferença que não mostrou estar relacionada ao tamanho dos cágados, pois as fêmeas apresentaram maior porte em relação aos machos (Capítulo 2). Contudo, GRAHAM, SAUMURE, ERICSON (1997) atribuíram o menor parasitismo em machos de *Graptemys geographica* a diferenças de tamanho entre os sexos.

TELFORD JUNIOR (1984) relatou que as hemogregarinas são os esporozoários hemoparasitos intracelulares mais comuns em répteis, tendo PATERSON & DESSER (1976), TELFORD JUNIOR (1984), ELWASILA (1989), SMITH (1996) e DAVIS & JOHNSTON (2000) mencionado que, para a definição do gênero, é necessário o conhecimento do modelo de desenvolvimento do esporozoário no vetor.

Embora MADER (1996) tenha mencionado que os hematozoários do gênero *Haemogregarina* são encontrados principalmente em répteis aquáticos, e McAULIFFE (1977) tenha citado que as *Haemogregarina* são cosmopolitas, ocorrendo em uma variedade de vertebrados ectotérmicos, sendo bem representado entre as tartarugas aquáticas, é impossível definir o gênero da Haemogregarinidae nos *Phrynops geoffroanus* com base apenas nas formas de gametócitos intraeritrocitários encontradas.

A Haemogregarinidae encontrada nos *P. geoffroanus* pode ser *Haemogregarina* ou *Hepatozoon*, ambos relatados em Testudinata, sendo necessário a realização de investigações no hospedeiro invertebrado para a definição do gênero e da espécie.

As diferenças nos índices do hemoparasitismo nas duas subpopulações dos *P. geoffroanus*, maior na área de predomínio urbano, provavelmente relaciona-se com a maior frequência de ocorrência das sanguessugas, prováveis transmissoras da Haemogregarinidae encontrada nos cágados, pois as sanguessugas são mais adaptadas em ambientes com maiores teores de poluentes orgânicos, como mencionado por BARNES (1984).

Os corpúsculos observados em alguns eritrócitos dos *P. geoffroanus* infestados pelas Haemogregarinidae assemelham-se a formas vacuoladas de pequenas inclusões que lembram formas arredondadas do piroplasma *Tunetella emydis*, observado por BRUMPT & LAVIER (1935) na tartaruga *Emys leprosa*, assemelhando-se também a formas jovens de *Haemoproteus*. Contudo não foram encontradas formas de merozoítos e de trofozoítos nos esfregaços sangüíneos, o que impossibilita qualquer conclusão na identificação destes corpúsculos, sendo, portanto, considerados corpúsculos indefinidos como também mencionado por FRYE (1991 b).

As diferentes influências antrópicas pelo tipo de uso do solo refletiram no ecossistema aquático (Capítulo 1), favorecendo a ocorrência das sanguessugas e dos hematozoários encontrados nos *P. geoffroanus* na área mais urbanizada do rio Uberabinha.

Com base nos resultados obtidos, constata-se a necessidade de estudo do ciclo evolutivo para a definição do gênero e da espécie da hemogregarina e dos corpúsculos observados nos esfregaços sangüíneos dos cágados *P. geoffroanus* do rio Uberabinha.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- BARNARD, S. M., UPTON, S. J. A. **Veterinary guide to the parasites reptiles.** Florida: Krieger, 1994. 154 p.
- BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados.** 4. ed., São Paulo: Roca, 1984. 1179 p.
- BREWSTER, K. N., BREWSTER, C. M. *Clemmys insculpta* (wood turtle) ectoparasitism. **Herp. Review.**, v. 17, n. 2, p. 48, 1986.
- BRUMPT, E., LAVIER, G. Sur un pitoplasmidé nouveau, parasite de tortue *Tunetella emydis* n. g. n. sp. **Ann. Parasitol. Hum. Comp.**, v. 13, p. 544-550, 1935.
- DAVIS, A. J., JOHNSTON, M. R. The biology of some intraerythrocytic parasites of fishes, amphibia and reptiles. **Adv. Parasitol.**, v. 45, p. 1-107, 2000.
- ELWASILA, M. *Haemogregarina* sp (Apicomplexa: Adeleorina) from the gecko *Tarentola annularis* in the Sudan: fine structure and life-cycle trials. **Parasitol. Res.**, v. 75, n. 6, p. 444-448, 1989.
- ERNST, C. H. Seasonal incidence of leech infestation on the painted turtle, *Chrysemys picta*. **J. Parasitol.**, v. 57, n. 1, p. 32, 1971.
- FRYE, F. L. Applied clinical non hemic parasitology of reptiles. In: \_\_\_\_\_. **Biomedical and surgical aspects of captive reptile husbandry.** 2. ed., Florida: Krieger, 1991a. v. 1. chap. 8, p. 281-325.
- FRYE, F. L. Hematology as applied to clinical reptile medicine. In: \_\_\_\_\_. **Biomedical and surgical aspects of captive reptile husbandry.** 2. ed., Florida: Krieger, 1991b. v. 1. chap. 7, p. 209-279.
- GRAHAM, T. E., SAUMURE, R. A., ERICSON, B. Map turtle winter leech loads. **J. Parasitol.**, v. 83, n. 6, p. 1185-1186, 1997.
- HULSE, A. C., ROUTMAN, E. J. Leech (*Placobdella parasitica*) infestations on the wood turtle, *Clemmys insculpta*. **Herp. Review**, v. 13, n. 4, p. 116-117, 1982.
- JAKES, K. A., O'DONOGHUE, P., MUNRO, M., ADLARD, R. Hemoprotozoa of freshwater turtles in Queensland. **J. Wildl. Dis.**, v. 37, n. 1, p. 12-19, 2001.
- KLEMM, D. J. **Identification guide to the freshwater leeches (Annelida: Hirudinea) of Florida and other southern states.** Florida: Department of Environmental Protection, Tallahassee, 1995. 82 p.
- KOFFLER, B. R., SEIGEL, R. A., MENDONCA, M. T. The seasonal occurrence of leeches on the wood turtle, *Clemmys insculpta* (Reptilia, Testudines, Emydidae). **J. Herpetol.**, v. 12, n. 4, p. 571-572, 1978.
- MADER, D. R. **Reptile medicine and surgery.** Philadelphia: Saunders, 1996. 512 p.

- MARCUS, L. C. **Veterinary biology and medicine of captive amphibians and reptiles**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1981. 239 p.
- McAULIFFE, J. R. An hypothesis explaining variations of haemogregarine parasitaemia in different aquatic turtle species. **J. Parasitol.**, v. 63, n. 3, p. 580-581, 1977.
- MICHEL, J. C. *Hepatozoon mauritanicum* (Et. et Ed. Sergent, 1904) n. comb. Parasite de *Testudo graeca*; redescription de la sporogonie chez *Hyalomma aegyptium* et de la schizogonic tissulaire d'après le matériel d'E. Brumpt. **Ann. Parasitol. Hum. Comp.**, v. 48, p. 11-21, 1973.
- MISHRA, G. S., GONZALES, J. P. Parasites of fresh water turtles in Tunisia. **Arch. Inst. Pasteur Tunis.**, v. 55, n. 3, p. 303-326, 1978.
- PATERSON, W. B., DESSER, S. S. Observations on *Haemogregarina balli* sp. n. from the common snapping turtle, *Chelydra serpentina*. **J. Protozool.**, v. 23, n. 3, p. 294-301, 1976.
- RILEY, V. Adaptation of orbital bleeding technic to rapid serial blood studies. **Proc. Soc. Exp. Biol. Medic.**, v. 104, p. 751-754, 1960.
- RINGUELET, R. A. Llave o clave para el reconocimiento de las sanguijuelas conocidas de la Republica Argentina (Hirudinea) y apuntamientos sobre la hirudofauna neotropica y transaccional mexicana. **Physis.**, v. 27, n. 75, p. 367-390, 1968.
- RINGUELET, R. A. Clave para las familias y generos de sanguijuelas (Hirudinea) de aguas dulces y terrestres de Mesoamerica y Sudamerica. **Limnobiol.**, v. 1, n. 1, p. 9-19, 1976.
- SAWYER, R. T. Feeding biology, ecology, and systematics. In: \_\_\_\_\_. **Leech biology and behavior**. Oxford: Science, 1986. v. 2, p. 419-793.
- SIDDALL, M. E., DESSER, S. S. Alternative leech vectors for frog and turtle trypanosomes. **J. Parasitol.**, v. 78, n. 3, p. 562-563, 1992.
- SMITH, T. G. The genus *Hepatozoon* (Apicomplexa: Adeleina). **J. Parasitol.**, v. 82, n. 4, p. 565-585, 1996.
- TELFORD JUNIOR, S. R. Haemoparasites of reptiles. In: HOFF, G. L., FRYE, F. L., JACOBSON, E. R. **Diseases of amphibians and reptiles**. New York: Plenum Press, 1984. p. 385-517.
- TROIANO, J. C. **Manejo sanitario de reptiles en cautiverio**. Buenos Aires: Prensa Veterinaria Argentina, 1991. 176 p.





**CAPÍTULO 5**

**Hematologia comparativa de**

***Phrynops geoffroanus***

**sob diferentes influências  
antrópicas**

**no rio Uberabinha, MG**

## RESUMO

---

Parâmetros hematológicos foram analisados durante o verão de 2000 em duas subpopulações do cágado *Phrynops geoffroanus* recém capturados no rio Uberabinha, em uma área com predomínio agropecuário (12 machos e 14 fêmeas) e em outra com predomínio urbano (16 machos e 16 fêmeas). As duas subpopulações, com todos os espécimes aparentemente saudáveis, foram comparadas quanto à contagem de eritrócitos e de leucócitos, porcentagem dos tipos de leucócitos, hemoglobina, hematócrito, hemoglobina corpuscular média (HbCM), volume corpuscular médio (VCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHbCM). Os dados foram analisados por análise de variância com nível de significância de 5% para teste de hipótese e teste de médias (teste de Tukey) para verificar diferenças entre as médias sobre as bases de sexo, área e interações entre estas variáveis. Diferenças significativas entre áreas, sexos e na interação área-sexo foram constatadas para a contagem de leucócitos e HbCM (14,29%); entre sexo e na interação área-sexo para CHbCM (7,14%); entre as áreas e entre os sexos para hemoglobina e eosinófilos (14,29%); entre as áreas, para a contagem de eritrócitos, hematócrito, monócitos, heterófilos e azurófilos (35,71%), não tendo sido verificada nenhuma diferença significativa quanto ao VCM, basófilos, neutrófilos e linfócitos (28,57%). A área contribuiu para o maior número de variações, seguida pelo sexo.

## INTRODUÇÃO

---

Análise de constituintes do sangue é uma ferramenta importante no diagnóstico e monitoramento da saúde e das doenças nos animais, e na diferenciação dos processos fisiológicos para patológicos (CHRISTOPHER et al., 1999).

Estudos sobre hematologia em espécies de Testudinata são encontrados em TAYLOR & KAPLAN (1961), DUGUY (1967), FRAIR (1977), PALOMEQUE, SESÉ, PLANAS (1977), ROSSKOPF JUNIOR (1982), WOOD & EBANKS (1984), MARKS & CITINO (1990), GOTTDENKER & JACOBSON (1995), ANDERSON, WACK, HATCHER (1997), MURO et al. (1998), SAMOUR et al. (1998), TROIANO & SILVA (1998), CHRISTOPHER (1999), CHRISTOPHER et al. (1999), WORK & BALAZS (1999) e OLIVEIRA et al. (2000).

Segundo BOLTEN, JACOBSON, BJORNDAL (1992) e JACOBSON, SCHUMACHER, GREEN (1992) em Testudinata, fatores extrínsecos (sazonalidade, métodos de coleta e de análises de sangue) e intrínsecos (sexo, idade, condições de saúde) interferem na determinação dos valores de referência do sangue e na comparação destes valores entre espécimes e populações.

O local de coleta das amostras de sangue também pode interferir nos valores hematológicos e bioquímicos do sangue, como constatado por SMITH, NEPTUN, IRONS (1986) em ratos de laboratório e por GOTTDENKER & JACOBSON (1995) em tartarugas terrestres *Gopherus agassizii*.

Este trabalho teve por objetivo analisar comparativamente os parâmetros hematológicos de duas subpopulações de *Phrynops geoffroanus* do rio Uberabinha, no município de Uberlândia – Minas Gerais, que vivem em locais com diferentes tipos e concentrações de poluentes devido às diferentes influências antrópicas pelo predomínio do uso do solo, agropecuário ou urbano.

## MATERIAL E MÉTODOS

---

Em janeiro de 2000 foram capturados 58 *Phrynops geoffroanus* no rio Uberabinha (Capítulos 1 e 2).

As amostras para a realização das análises do sangue foram obtidas por punção cardíaca, com adaptações nas técnicas preconizadas por GANDAL (1958) e TROIANO (1991).

Cada cágado foi retirado do tanque de alvenaria que servia de alojamento, envolvido com uma toalha de algodão para a retirada do excesso de água, posicionado e contido manualmente em decúbito dorsal sobre a bancada do laboratório para a preparação e retirada das amostras de sangue.

No local correspondente à área cardíaca, o plastrão foi lixado com lixa d'água Norton<sup>®</sup> (T 223 desbaste 100) sendo a assepsia realizada com solução de polivinilpirrolidona-iodo.

Com uma furadeira manual Stanley<sup>®</sup> (nº 03-011) e uma broca (aço rápido, 3/64 de polegada), o plastrão foi perfurado na sutura média entre as placas peitorais e abdominais (Figura 5.1-A), realizando-se nova assepsia.

A punção cardíaca (Figura 5.1-B) foi realizada com seringas descartáveis Becton-Dickinson<sup>®</sup> (20 ml) e agulha Becton-Dickinson<sup>®</sup> (40x12 ou 40x16) para os cágados com altura de casco com até 70 mm e, para os espécimes com casco acima de 70 mm acoplou-se a seringa em intracarte Angiocath<sup>®</sup> (14GAX1.88IN).



**FIGURA 5.1-** Plastrão de *Phrynops geoffroanus*. **A-** Perfuração do plastrão. **B-** Punção cardíaca.

Drogas de efeito sedativo e anestésico não foram utilizadas porque podem provocar alterações qualitativas e/ou quantitativas dos componentes sanguíneos (CUSTER & BUSH, 1980).

De cada *Phrynops geoffroanus* coletou-se 6 ml de sangue, utilizando 1,5 ml para o hemograma, hematócrito, hemoglobina e reservando 4,5 ml para a maioria das análises da série bioquímica (Capítulo 7).

Dos 1,5 ml de sangue, 0,5 ml foi depositado em um tubo de vidro Labnew<sup>®</sup> (V20065 Vacuum II 13x75 mm) contendo 10 µl do anticoagulante heparina sódica Cristalia<sup>®</sup>. O restante, 1,0 ml do sangue foi depositado em outro tubo de vidro igual ao anterior, porém sem anticoagulante. Uma pequena alíquota deste sangue foi rapidamente utilizada para a determinação do hematócrito. Após a coleta das amostras de sangue, utilizou-se resina odontológica acrílica polimerizante Jet<sup>®</sup> para reparação do orifício do plastrão aguardando-se 30 minutos para a secagem da resina e reintrodução dos cágados nos tanques.

Os hemogramas foram realizados segundo VALLADA (1993) e (GARCIA-NAVARRO & PACHALY, 1994). As leituras foram efetuadas em microscópio ótico Leika<sup>®</sup> (ATC 2000).

As células sangüíneas foram identificadas com base nas informações contidas em HEADY & ROGERS (1962), PIENAAR (1962), WOOD & EBANKS (1984), CANFIELD (1998), FRYE (1991), ALLEMAN, JACOBSON, RASKIN (1992) e OLIVEIRA et al. (2000).

Os hematócritos foram determinados com capilares de microhematócrito heparinizado Oxford<sup>®</sup> em centrífuga Druker<sup>®</sup> (411). Os valores foram obtidos por leitura direta, utilizando-se a tabela fornecida com a centrífuga.

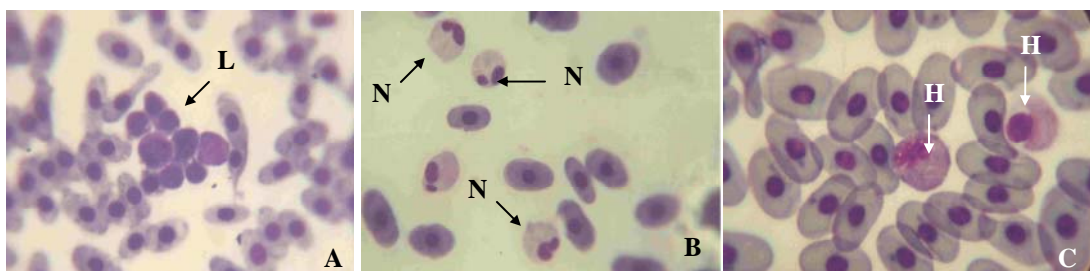
Os valores de hemoglobina foram determinados por kits da Analisa Diagnóstica<sup>®</sup>, espectrofotômetro Spectronic 80 Bauch & Lomb<sup>®</sup> ajustado em 540 nm.

Os índices hematimétricos VCM e CHbCM foram determinados segundo GARCIA-NAVARRO & PACHALY (1994), e HbCM de acordo com OLIVEIRA LIMA et al. (1992).

Para cada um dos parâmetros hematológicos foram calculados as médias e desvios padrão para os machos e fêmeas de cada área, tendo-se realizado análise de variância, com nível de significância de 5% para teste de hipótese e teste de médias (teste de Tukey) para verificar as diferenças entre as médias (ZAR, 1999).

## RESULTADOS

Nos hemogramas analisados dos *Phrynos geoffroanus* foram identificados nove tipos de células: eritrócitos, trombócitos, basófilos, eosinófilos, neutrófilos, linfócitos, monócitos, heterófilos e azurófilos. Algumas destas células estão representadas na Figura 5.2.



**FIGURA 5.2-** Leucócitos de *Phrynos geoffroanus*. **A-** Grupo de linfócitos (L). **B-** Neutrófilos (N). **C-** Heterófilos (H).

Na área com predomínio agropecuário os *P. geoffroanus* apresentaram maiores valores de hemoglobina e hematócrito, e na área de predomínio urbano os valores foram mais elevados para HbCM e valores ligeiramente maiores para o VCM. Quanto ao CHbCM os machos da área urbanizada apresentaram maiores valores em relação aos da área agropecuária, enquanto que nas fêmeas ocorreu o inverso (Tabela 5.1).

**TABELA 5.1-** Médias, desvios padrão e amplitude de variação dos parâmetros hematológicos do sangue de *Phrynos geoffroanus* (Área 1- predomínio agropecuário, Área 2 - predomínio urbano).

	Área 1		Área 2	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
Hemoglobina (g/dL)	9,76 ± 2,19 (6,30-14,60)	12,71 ± 3,21 (7,80-19,80)	7,20 ± 1,73 (4,50-10,00)	8,06 ± 2,02 (5,20-13,50)
Hematócrito (%)	14,50 ± 2,53 (11,60-18,50)	14,42 ± 2,56 (11,30-20,00)	8,51 ± 1,75 (5,70-11,20)	10,06 ± 1,74 (7,90-15,00)
VCM ( $\mu^3$ )	91,58 ± 1,93 (88,00-95,00)	90,93 ± 1,77 (88,00-94,00)	92,44 ± 1,55 (90,00-95,00)	91,56 ± 2,03 (88,00-95,00)
HbCM (pg)	64,80 ± 1,06 (49,00-78,00)	64,50 ± 1,04 (46,00-79,00)	113,40 ± 2,58 (80,00-167,00)	93,30 ± 1,47 (60,00-117,00)
CHbCM (%)	67,33 ± 10,14 (50,00-83,00)	87,79 ± 12,52 (58,00-99,00)	84,31 ± 8,12 (71,00-94,00)	79,44 ± 10,15 (66,00-97,00)

Em relação aos hemogramas, na área com predomínio agropecuário os *Phrynos geoffroanus* apresentaram maiores valores no número de eritrócitos, monócitos, heterófilos e azurófilos. Na área de predomínio urbano os valores foram mais elevados para a contagem total de leucócitos, eosinófilos e linfócitos (Tabela 5.2).

**TABELA 5.2-** Médias, desvios padrão e amplitude de variação dos hemogramas do sangue de *Phrynos geoffroanus* (Área 1- predomínio agropecuário, Área 2 - predomínio urbano).

	Área 1		Área 2	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
Eritrócitos (10 <sup>9</sup> /L)	158,25 ± 7,38 (125,00-203,00)	158,71 ± 7,06 (127,00-215,00)	92,13 ± 9,43 (60,00-125,00)	109,81 ± 9,93 (85,00- 166,00)
Leucócitos (10 <sup>9</sup> /L)	1,36 ± 0,22 (1,10-1,65)	1,58 ± 0,16 (1,25-1,80)	2,13 ± 0,22 (1,80-2,65)	2,24 ± 0,35 (1,60-2,75)
Basófilos (%)	1,17 ± 0,72 (0,00-2,00)	1,14 ± 0,77 (0,00-2,00)	1,13 ± 0,62 (0,00-2,00)	1,06 ± 0,25 (0,00-2,00)
Eosinófilos (%)	21,50 ± 2,50 (18,00-27,00)	23,14 ± 2,25 (19,00-26,00)	27,56 ± 3,03 (24,00-31,00)	30,50 ± 1,93 (26,00-33,00)
Neutrófilos (%)	3,67 ± 2,42 (0,00-8,00)	4,93 ± 3,41 (2,00-14,00)	2,88 ± 2,83 (0,00-11,00)	2,94 ± 2,11 (1,00-8,00)
Linfócitos (%)	38,58 ± 6,76 (28,00-46,00)	38,50 ± 4,40 (30,00-44,00)	41,19 ± 8,67 (26,00-56,00)	41,25 ± 5,18 (30,00-47,00)
Monócitos (%)	1,50 ± 0,67 (0,00-2,00)	1,43 ± 0,76 (0,00-3,00)	0,81 ± 0,75 (0,00-2,00)	1,06 ± 1,06 (0,00-3,00)
Heterófilos (%)	32,67 ± 3,80 (27,00-40,00)	30,00 ± 4,35 (24,00-38,00)	26,31 ± 9,00 (17,00-46,00)	22,88 ± 3,58 (18,00-30,00)
Azurófilos (%)	0,92 ± 0,79 (0,00-2,00)	0,86 ± 0,86 (0,00-2,00)	- -	- -

A análise de variância (ANOVA) (Tabela 5.3) revelou diferenças significativas entre áreas, com as respectivas médias (teste de Tukey) para as áreas agropecuária e urbana: eritrócitos (1584,82; 1009,69), hematócrito (14,46; 9,28), monócitos (1,46; 0,94), heterófilos (31,33; 24,59) e azurófilos (0,88; 0,00).

**TABELA 5.3-** Análises de variância (ANOVA para dois fatores: área, sexo) relativa aos parâmetros hematológicos dos *Phrynos geoffroanus*.

Parâmetros hematológicos	Área		Sexo		Área * Sexo	
	F	P	F	P	F	P
Hemoglobina	<b>34,402</b>	0,000	<b>9,600</b>	0,003	2,912	0,936
Hematócrito	<b>83,852</b>	0,000	1,691	0,198	2,072	0,155
VCM	2,378	0,128	2,513	0,118	0,052	0,820
HbCM	<b>72,857</b>	0,000	<b>5,074</b>	0,028	<b>4,829</b>	0,032
CHbCM	2,521	0,118	<b>8,213</b>	0,005	<b>21,713</b>	0,000
Eritrócitos	<b>86,922</b>	0,000	2,164	0,147	1,948	0,168
Leucócitos	<b>9,118</b>	0,004	<b>8,846</b>	0,004	<b>9,995</b>	0,003
Basófilos	0,095	0,758	0,047	0,827	0,009	0,922
Eosinófilos	<b>120,044</b>	0,000	<b>12,511</b>	0,000	0,795	0,377
Neutrófilos	3,715	0,591	0,841	0,363	0,690	0,409
Linfócitos	2,422	0,125	0,000	0,995	0,001	0,966
Monócitos	<b>5,667</b>	0,020	0,162	0,688	0,527	0,470
Heterófilos	<b>19,355</b>	0,000	3,969	0,051	0,063	0,802
Azurófilos	<b>36,517</b>	0,000	0,041	0,840	0,041	0,840

\* Valores de F em negrito: significativo a 5%.

Diferenças significativas entre áreas e sexos foram constatadas para: hemoglobina (áreas: 11,24 agropecuária, 7,63 urbana; sexos: 8,48 machos, 10,39 fêmeas), eosinófilos (áreas: 22,32 agropecuária, 29,13 urbana; sexos: 24,63 machos, 26,82 fêmeas).

Diferenças significativas entre sexos e na interação área-sexo ocorreu apenas para CHbCM (área agropecuária: médias de 67,33 para os machos e de 87,78 para as fêmeas; área urbana: médias de 84,31 para os machos e de 79,44 para as fêmeas).

Diferenças significativas entre áreas, sexos e nas interações área-sexo foram constatadas para HbCM (área agropecuária: machos 6,47 e fêmeas 6,45; área urbana: machos 11,34 e fêmeas 9,32) e contagem de leucócitos totais (área agropecuária: machos 1,91 e fêmeas 1,72; área urbana: machos 1,77 e fêmeas 7,98).



## DISCUSSÃO

---

*Coleta de amostras de sangue:* As amostras de sangue de Testudinata são obtidas principalmente por punções e canulações de vasos sanguíneos, realizando-se punções do seno retrorbital (RILEY, 1960), do coração (GANDAL, 1958), da veia coccígena (RICHTER et al., 1977; SAMOUR et al., 1984) e do seno cervical dorsal (OWENS & RUIZ, 1980), canulações da aorta (KAPLAN, 1968) e da veia femoral (BELLÓ & BELLÓ-KLEIN, 1991), punções de veias na área axilar e cortes das unhas (ROSSKOPF JUNIOR, 1982) etc.

As técnicas de punção cardíaca, punções da veia coccígena, da jugular e do seno retrorbital, canulação da veia femoral e cortes das unhas foram previamente testadas em *Phrynos geoffroanus* recebidos por doações no Setor de Répteis da Universidade Federal de Uberlândia.

As punções da veia coccígena e jugular não se mostraram adequadas para esta espécie cujo sangue coagulava no interior das agulhas e/ou seringas mesmo utilizando-se anticoagulantes como a heparina, assim como durante a coleta de sangue os animais se movimentavam bruscamente, caracterizando desconforto, agitação e provável estresse.

A técnica de canulação da veia femoral descrita por BELLÓ & BELLÓ-KLEIN (1991) e utilizada por PARTATA (1992) para *Chrysemys dorbigni* também não se mostrou adequada para os *P. geoffroanus*. O tempo gasto para a sedação em fêmeas adultas de grande porte chegou a 200 minutos e as cânulas se soltaram pelo fato de os cágados movimentarem as pernas ao posicionarem-se uns sobre os outros durante os períodos de assoalhamento.

Quanto ao corte de unhas, além de o volume ter sido insuficiente para a confecção de um esfregaço sanguíneo, a coagulação ocorria instantaneamente.

Segundo TROIANO (1991), as amostras obtidas por punções da veia jugular, da veia femoral e da veia caudal são procedimentos complicados, alguns necessitando de anestésias que podem alterar a morfologia das células.

Das técnicas testadas nos *P. geoffroanus* os melhores resultados foram obtidos com a punção do seno retrorbital com capilar de microhematócrito preconizada por RILEY (1960) para a obtenção de amostras de pequenos volumes, e a punção cardíaca através do plastrão, por ser um processo de

execução rápida, por não necessitar aplicação de anestésicos, ser pouco estressante e por permitir a obtenção de maiores volumes de sangue.

*Número de eritrócitos:* Em Testudinata os maiores números de eritrócitos (de 599 a  $830 \times 10^9/L$ ) para espécies terrestres foram relatados por LAWRENCE & HAWKEY (1986), TROIANO & SILVA (1998) e CHRISTOPHER et al. (1999). Valores compreendidos entre 329 a  $354 \times 10^9/L$  foram obtidos em espécies marinhas por WOOD & EBANKS (1984) e SAMOUR et al. (1998). Nas espécies de água doce, FRAIR (1977) mencionou que geralmente os eritrócitos ocorrem em menores números, porém são de maior tamanho quando comparadas com as terrestres.

Estudando espécies dulcícolas, GAUMER & GOODNIGHT (1957) obtiveram a média de  $154 \times 10^9/L$  na contagem dos eritrócitos em *Chelydra serpentina* e FRAIR (1977), em sua extensa revisão, citou a média de  $150 \times 10^9/L$  para *Trachemys scripta elegans*, valores que se aproximam dos encontrados nos *Phrynops geoffroanus* da área de predomínio agropecuário, enquanto que os valores para os espécimes da área de predomínio urbano aproximam-se da média  $90 \times 10^9/L$  citada por FRAIR (1977) para *Chrysemys scripta troosti*.

Nos *P. geoffroanus* o sexo não influenciou significativamente o número de eritrócitos, apesar dos relatos de DUGUY (1970), que constatou maior número de eritrócitos nos machos de *Emys orbicularis* e de *Terrapene carolina* e de HART et al. (1991), que também encontraram maior número nos machos de *Geochelone gigantea*.

HUTCHISON & SZARSKI (1965) mencionaram que a distribuição geográfica pode influenciar no número de eritrócitos, tendo citado que a tartaruga *Sternothaerus odoratus*, da Louisiana, apresentou o número de eritrócitos significativamente maior do que as da Rhode Island. Embora os *P. geoffroanus* estudados pertençam a uma mesma população, foi constatada diferença significativa no número de eritrócitos entre as duas subpopulações, o que sugere que as diferentes influências antrópicas nas áreas do entorno do rio Uberabinha (Capítulo 1) interferiram na quantidade dos eritrócitos.

*Hemoglobina:* Segundo FRAIR (1977), geralmente o valor da hemoglobina em tartarugas fica entre 5 a  $11 \text{ g}/100 \text{ cm}^3$  de sangue.

As médias obtidas para os *Phrynops geoffroanus* da área de predomínio agropecuário aproximaram-se dos relatados por ANDERSON, WACK, HATCHER (1997) para *Elseya novaeguineae* (8,2 g/dl para os machos, 10,0 g/dl para as fêmeas) e as obtidas para os espécimes da área de predomínio urbano aproximaram-se dos encontrados por HUTTON (1960) para *Pseudemys scripta* (7,5 g/dl) e por VERMA & BANERJEE (1981) para *Trionyx gangeticus* (7,0 a 9,2 g/dl).

A gama obtida para os machos dos *P. geoffroanus* da área de predomínio urbano (4,5 a 10,0 g/dl) foi semelhante à obtida por CHRISTOPHER et al. (1999) para os machos de *Gopherus agassizii* (4,5 a 10,3 g/dl).

O maior valor para a hemoglobina dos *P. geoffroanus* obtido em fêmeas da área de predomínio agropecuário foi consideravelmente superior aos citados na literatura.

Diferenças significativas nas concentrações de hemoglobina foram constatadas nos *P. geoffroanus* em relação ao sexo e entre as áreas de origem.

ANDERSON, WACK, HATCHER (1997), TROIANO & SILVA (1998), SAMOUR et al. (1998), HART et al. (1991) e CHRISTOPHER et al. (1999), relataram que maiores concentrações de hemoglobina foram obtidas em exemplares macho. Entretanto, nos *P. geoffroanus* os maiores valores de hemoglobina foram obtidos nas fêmeas das duas subpopulações do rio Uberabinha.

Como as fêmeas dos *P. geoffroanus* possuem maior porte e maior massa corpórea que os machos (Capítulo 2), os maiores valores de hemoglobina obtidos corroboram com dados de GOIN & JACKSON (1965) que encontraram uma correlação entre o valor de hemoglobina e a massa corpórea em algumas espécies de anfíbios e de répteis, e com os de VERMA & BANERJEE (1981) que, ao estudarem a tartaruga *Trionyx gangeticus*, constataram uma tendência de correlação positiva entre o nível de hemoglobina e a massa corpórea.

Como nos *P. geoffroanus* o número de eritrócitos variou significativamente entre as áreas, com maiores valores na área de predomínio agropecuário, também se esperava maiores valores de hemoglobina para os cágados desta área, uma vez que a hemoglobina é um pigmento que ocorre nos eritrócitos dos Testudinata, assim como na grande maioria dos vertebrados. Resultados

semelhantes foram obtidos por VERMA & BANERJEE (1981) para *Trionyx gangeticus*, tendo também estes autores mencionado que o aumento do nível de hemoglobina está correlacionado com o aumento do número dos eritrócitos.

RANDALL, BURGGREN, FRENCH (2000) citaram que certos compostos, como os nitritos, podem oxidar a hemoglobina, o que determina uma redução no transporte de oxigênio.

A área de predomínio urbano do rio Uberabinha apresentou altos valores de nitritos e, nesta área, os cágados não necessitam realizar grandes deslocamentos porque a disponibilidade de alimentos é favorecida pelos esgotos e os afloramentos de basalto formando ilhas assim como os barrancos das margens oferecem facilidades para o comportamento de assoalhamento (Introdução Geral e Capítulo 1). Nestas condições, provavelmente o esforço físico e o consumo energético devem ser reduzidos, o que poderia justificar as pequenas dilatações alveolares, as formações cartilaginosas em alguns alvéolos nos pulmões (Capítulo 6) e os menores valores de hemoglobina.

Já na área de predomínio agropecuário, as margens do rio são elevadas e cobertas com vegetação. Os afloramentos de basalto geralmente não chegam à superfície da água mesmo durante o período de seca, o que inviabiliza o assoalhamento dos cágados (Capítulo 1). Provavelmente, nesta área, os cágados realizam grandes deslocamentos, conseqüentemente necessitando desempenhar maiores esforços físicos principalmente para encontrar os alimentos e locais para assoalharem. Tais fatores justificariam as acentuadas dilatações dos alvéolos pulmonares (Capítulo 6), o que associado aos maiores números de eritrócitos e às maiores concentrações de hemoglobina poderiam favorecer as trocas gasosas e a demanda de oxigênio.

Nos *P. geoffroanus* analisados no Capítulo 6, constatou-se que os músculos dos espécimes procedentes da área de predomínio agropecuário apresentaram coloração vermelha intensa, o que poderia caracterizar maior concentração de mioglobina, pigmento respiratório responsável pelo armazenamento de oxigênio nos músculos dos vertebrados.

*Hematócrito:* Os *P. geoffroanus* apresentaram valores hematimétricos inferiores aos citados para Testudinata aquáticos por SHEELER & BARBER (1964) para *Pseudemys elegans* (23,5%), por SAUNDERS & PATEL (1998) em

*Trachemys scripta* (21,2%) e por PAGÉS, PEINADO, VISCOR (1992) em *Mauremys caspica leprosa*, analisadas durante o outono (24,3%). Entretanto, durante o verão, as *M. caspica leprosa* analisadas por PAGÉS, PEINADO, VISCOR (1992) apresentaram o valor de 16,29%, que foram mais próximos dos obtidos nos *Phrynops geoffroanus* da área de predomínio agropecuário (14,50% nos machos, 14,42% nas fêmeas), também analisados durante o verão.

Variações significativas ocorreram em relação às áreas, onde os espécimes da área de predomínio urbano apresentaram valores menores, com as fêmeas superando em 15,4% o hematócrito dos machos, embora a diferença entre os sexos não tenha sido estatisticamente significativa.

Provavelmente os maiores valores do hematócrito nos *P. geoffroanus* da área de predomínio agropecuário estejam relacionados ao maior número de eritrócitos no sangue constatados nestes cágados, pois segundo FRÉJAVILLE & KAMOUN (1989), o hematócrito exprime a porcentagem do volume ocupado pelos eritrócitos.

O fato de nenhum espécime de *P. geoffroanus* da área agropecuária ter sido visualizado durante os trabalhos de campo, o que provavelmente deve estar relacionado às condições físicas da área (Capítulo 1), indica que estes cágados devem permanecer mais tempo submersos quando comparados com os da área urbanizada, podendo ser este um fator que tenha contribuído para as maiores médias do hematócrito nos cágados desta área, visto que ULTSCH (1988) encontrou acentuado aumento no hematócrito em tartarugas dulcícolas que passaram longos períodos submersas.

*Índices hematimétricos: VCM* – As médias de VCM nos *Phrynops geoffroanus* do rio Uberabinha ficaram próximas às de *Chelonia mydas* (89,4  $\mu^3$  para as fêmeas, 97,4  $\mu^3$  para os machos) obtidas por SAMOUR et al. (1998). Valores inferiores foram encontrados para *Geochelone gigantea* por HART et al. (1991) e para *Elseya novaeguineae* por ANDERSON, WACK, HATCHER (1997). Valores superiores foram citados para *Pseudemys scripta elegans* por HIRSCHFELD & GORDON (1965), para *Testudo hermanni*, *Emys orbicularis* e *Caretta caretta* por PALOMEQUE, SESÉ, PLANAS (1977), e em *Chelonoides chilensis chilensis* por TROIANO & SILVA (1998).

*HbCM* – Nos *Phrynops geoffroanus* as médias do HbCM foram inferiores as obtidas para outras espécies como *Geochelone gigantea* citadas por HART et al. (1991), para *Chelonoides chilensis chilensis* por TROIANO & SILVA (1998), para *Gopherus agassizii*, por CHRISTOPHER et al. (1999).

As condições ambientais das áreas influenciaram o HbCM das duas subpopulações dos *P. geoffroanus*, assim como os eritrócitos e a hemoglobina, cujos valores foram utilizados no cálculo do HbCM.

*CHbCM* - Para GARCIA-NAVARRO & PACHALY (1994), o CHbCM em mamíferos geralmente acompanha o VCM, o que não ocorreu com os *P. geoffroanus*, cujos valores mostraram variações significativas entre os sexos e na interação área-sexo.

Gamas de CHbCM obtidas nos *P. geoffroanus* do rio Uberabinha (50,0 a 99,0%) foram superiores às citadas por HART et al. (1991) para *Geochelone gigantea* (14,3 a 62,5% para machos, 12,5 a 50,0% para fêmeas), por SAMOUR et al. (1998) para *Chelonia mydas* (22,8 a 45,5% para machos, 20,0 a 32,5% para fêmeas) e por CHRISTOPHER et al. (1999) para *Gopherus agassizii* (13,5 a 43,9%).

*Leucócitos*: O número total de leucócitos é variável entre os répteis (MURO et al., 1998) com a frequência dos diferentes leucócitos podendo variar em função da resposta a vários fatores como: sexo, idade, sazonalidade, distribuição geográfica, efeitos ecológicos e condições patológicas (DUGUY, 1970).

Maiores valores no número total dos leucócitos em relação aos obtidos para a população dos *P. geoffroanus* do rio Uberabinha ( $1,10$  a  $2,75 \times 10^9/L$ ) foram citados para *Chelonia mydas* ( $2,90$  a  $3,90 \times 10^9/L$ ) por WOOD & EBANKS (1984), *Gopherus agassizii* ( $7,75 \pm 1,15 \times 10^9/L$ ) por GOTTDENKER & JACOBSON (1995), *Chelonoidis chilensis chilensis* ( $6,2 \pm 2,5 \times 10^9/L$ ) por TROIANO & SILVA (1998), *Testudo hermanni* ( $6,88 \pm 2,64 \times 10^9/L$ ) por MURO et al. (1998), *Mauremys caspica leprosa* ( $7,41 \pm 1,31 \times 10^9/L$ ) por PAGÉS, PEINADO, VISCOR (1992) e para *Elseya novaeguineae* ( $4,2$  a  $33,8 \times 10^9/L$ ) por ANDERSON, WACK, HATCHER (1997).

Os *P. geoffroanus* da área de predomínio agropecuário apresentaram médias próximas às relatadas para a tartaruga terrestre *Gopherus polyphemus*

( $1,57 \pm 0,10 \times 10^9/L$ ) citadas por TAYLOR JUNIOR & JACOBSON (1982) e para a dulcícola *Pseudemys scripta elegans* ( $1,61 \times 10^9/L$ ), por TAYLOR & KAPLAN (1961).

O número total de leucócitos nos *Phrynops geoffroanus* do rio Uberabinha foi influenciado pelo sexo e pela área, tendo apresentado diferenças significativas entre os sexos, as áreas e na interação área-sexo. Em fêmeas da área urbanizada portadoras de lesões hepáticas, registrou-se leucofilias de até 28% e leucopenia de 12% a 19% acompanhando pancreatites e alterações metabólicas (Capítulos 6 e 7).

Embora DUGUY (1970) tenha mencionado ser o sexo um dos possíveis fatores determinantes de variações no número de leucócitos, diferenças significativas não foram constatadas entre machos e fêmeas de *Chelonia mydas* por WOOD & EBANKS (1984), em *Elseya novaeguineae* por ANDERSON, WACK, HATCHER (1997) e em *Chelonoides chilensis chilensis* por TROIANO & SILVA (1998).

Quanto à influência do habitat em relação ao número de leucócitos, os resultados obtidos para os *P. geoffroanus* não corroboram com os de CHRISTOPHER et al. (1999) que não encontraram diferença significativa na quantidade de leucócitos de *Gopherus agassizii* procedentes de três áreas distintas do Deserto de Mojave na Califórnia. Contudo, variações no número de leucócitos relacionados à distribuição geográfica são citadas por PIENAAR (1962), DUGUY (1970) e MURO et al. (1998).

*Basófilos*: GARCIA-NAVARRO & PACHALY (1994) citaram que os basófilos são células bastante frequentes nos répteis, representando 20 a 25% da contagem total de leucócitos. Segundo FRYE (1991), na maioria dos répteis que não estão em período de hibernação, os basófilos ocorrem de 10 a 25% do total de leucócitos, tendo SAINT GIRONS (1970) mencionado que o número destas células diminui com a hibernação.

Número elevado de basófilos foi encontrado por TAYLOR & KAPLAN (1961) em *Pseudemys scripta elegans* (36,9%).

As porcentagens de basófilos encontradas no sangue dos *P. geoffroanus* foram muito inferiores às citadas por FRYE (1991) e por GARCIA-NAVARRO & PACHALY (1994), tendo ficado próximas às mencionadas por TROIANO &

SILVA (1998) para *Chelonoidis chilensis chilensis* ( $1 \pm 0,8\%$  para os machos,  $2 \pm 0,2\%$  para as fêmeas) e por OLIVEIRA et al. (2000) para *Podocnemis expansa* (2,20%).

Os valores de basófilos nos *Phrynops geoffroanus* não foram influenciados pelo sexo, corroborando com TROIANO & SILVA (1998) para *Chelonoidis chilensis chilensis*.

*Eosinófilos:* A participação dos eosinófilos na contagem dos leucócitos está estimada entre 7 a 20% (FRYE, 1991; GARCIA-NAVARRO & PACHALY, 1994).

As médias destas células no sangue dos *P. geoffroanus* da área de predomínio agropecuário ficaram próximas dos 21% encontrados por SAMOUR et al. (1998) em *Geochelone gigantea* e dos 23% citados por WOOD & EBANKS (1984) para *Chelonia mydas*.

Os valores encontrados nos *P. geoffroanus* da área de predomínio urbano ficaram pouco abaixo dos 32% citados por TROIANO & SILVA (1998) para *Chelonoidis chilensis chilensis*.

Segundo FRYE (1991), os eosinófilos aumentam sob estimulação antigênica, e de acordo com DAVEY & HUTCHISON (1996), a eosinofilia em humanos pode estar relacionada a infestações por parasitos, distúrbios da pele e doenças infecciosas, tendo BARGER & GRINDEM (2000) relatado que a eosinofilia em animais também está relacionada a doenças infecciosas e infestações por parasitos.

A ocorrência dos parasitos (Capítulo 4) associados às alterações histológicas (Capítulo 6) constatadas em alguns dos espécimes de *P. geoffroanus* da área de predomínio urbano pode justificar a eosinofilia nesta subpopulação, que apresentou um acréscimo de 23% na média dos valores dos machos e 36,5% das fêmeas quando comparados aos da subpopulação da área de predomínio agropecuário.

O sexo influenciou significativamente no número de eosinófilos nos *P. geoffroanus*, não corroborando com HART et al. (1991) para *Geochelone gigantea*, com SAMOUR et al. (1998) para *Chelonia mydas* e com TROIANO & SILVA (1998) para *Chelonoides chilensis chilensis*.



Entretanto, com base em outros parâmetros avaliados nos *Phrynops geoffroanus*, como as condições aparentemente saudáveis, estado nutricional, e bioquímica do sangue, a eosinofilia nos exemplares da área urbanizada aparentemente não tem caráter patológico, mas provavelmente adaptativo ao ambiente poluído onde vivem.

*Neutrófilos:* FRYE (1981) atribui que os poucos relatos de neutrófilos em tartarugas são devido a controvérsias entre autores, sendo recente a inclusão dessas células nos leucogramas dos répteis, tendo GARCIA-NAVARRO & PACHALY (1994) atribuído entre 3 e 7% a participação dos neutrófilos na contagem total de leucócitos em répteis.

Segundo FRYE (1991), os neutrófilos eram contados entre os monócitos e as vezes como linfócitos por compartilharem de algumas características morfológicas tanto de monócitos como de neutrófilos de mamíferos.

WOOD & EBANKS (1984) encontraram 6% de neutrófilos no sangue de *Chelonia mydas*, valores superiores aos apresentados pelos *P. geoffroanus*. Nos espécimes da área de predomínio urbano os valores foram menores em 32,3% em relação aos da outra área, mas próximos dos 3% atribuídos por ROSSKOPF JUNIOR (1982) para *Gopherus agassizii*.

Em répteis saudáveis, o número de neutrófilos fica entre 3 a 7% do número total de leucócitos e raramente excede a 10%, aumentando em casos de infecções bacterianas e necroses celulares (FRYE, 1991).

Para DAVEY & HUTCHISON (1996), o aumento do número de neutrófilos está condicionado principalmente a fatores fisiológicos, como a intensidade de exercícios físicos, hipóxia, estresse ou aumento de epinefrina circulante.

Maior intensidade de exercícios físicos deve ocorrer nos *P. geoffroanus* da área de predomínio agropecuário durante a procura de alimento e de locais adequados para o assoalhamento em função do habitat (Capítulo 1), o que provavelmente determinou o ligeiro aumento do número de neutrófilos no sangue desses animais.

Embora as médias dos neutrófilos dos *P. geoffroanus* tenham ficado entre os 3 a 7% considerados porcentagens para répteis sadios por FRYE (1991), dos 32 espécimes da área urbanizada, 18 (8 machos, 10 fêmeas) apresentaram

valores inferiores a 3% e um espécime atingiu 11%. Entretanto, neutrofilias de 52% e 63% foram registradas para duas fêmeas com hepatopatias. Na área agropecuária, 10 espécimes (5 machos, 5 fêmeas) tiveram valores de neutrófilos inferiores a 3% e um espécime atingiu 14%.

Valores inferiores a 3% e superiores a 10% de neutrófilos também foram constatados em espécimes de *Chelonia mydas* (0 a 17%) por WOOD & EBANKS (1984) e em *Geochelone chilensis* (0 a 21%) por TROIANO & VAUTIER (1986).

*Linfócitos:* O número de linfócitos em répteis é extremamente variável, sendo afetado por muitos fatores, como: espécie, idade, sexo, sazonalidade, estado nutricional, parasitismo por hemoprotozoários e metazoários (FRYE, 1991).

Segundo GARCIA-NAVARRO & PACHALY (1994), os linfócitos representam entre 15 a 89% da contagem total de leucócitos.

As médias das porcentagens de linfócitos dos *Phrynops geoffroanus* situaram-se entre os valores de 25 a 50% relatados por ROSSKOPF JUNIOR (1982) para *Gopherus agassizii*.

DAVEY & HUTCHISON (1996) citaram que aumento no número de linfócitos no sangue humano ocorre por elevação nos níveis de hormônios adrenocorticais, infecções virais, bacterianas e parasitológicas, radiação, estresse e ação de agentes químicos.

Embora não significativo, o acréscimo de 6,4% na média dos linfócitos nos *P. geoffroanus* da área de predomínio urbano pode estar relacionado às infecções parasitológicas (Capítulo 4), a produtos químicos na água (Capítulo 1). Processos infecciosos como pneumonia e hepatite observados em espécimes machos (Capítulo 6) apresentaram índices elevados de 18% a 20% nos linfócitos.

*Monócitos:* Usualmente ocorrem de 0,5 a 3,0% do total de leucócitos (FRYE, 1991; GARCIA-NAVARRO & PACHALY, 1994).

As médias dos monócitos dos *P. geoffroanus* ficaram próximas dos 1,5% mencionados por MARKS & CITINO (1990) para *Testudo radiata*, e foram inferiores em relação a *Chelonoidis chilensis chilensis* ( $4,0 \pm 2,5\%$ ) obtidos

durante o verão por TROIANO & SILVA (1998) e para *Podocnemis expansa* (6,8%) citado por OLIVEIRA et al. (2000).

Segundo DAVEY & HUTCHISON (1996), os aumentos nos números de monócitos no sangue humano são devidos às alterações do tecido conectivo, de enterites e de infecções virais, bacterianas e parasitológicas. Para FRYE (1991), as monocitoses sugerem processos infecciosos crônicos, como nos casos de granulomas.

Como os *Phrynops geoffroanus* da área de predomínio urbano foram os que apresentaram maior incidência de parasitismo (Capítulo 4), o esperado seria que esta subpopulação apresentasse maior porcentagem de monócitos, contudo, as maiores médias ocorreram nos cágados da subpopulação da área de predomínio agropecuário.

*Heterófilos:* A função dos heterófilos está ligada à fagocitose, e sua participação na contagem total dos leucócitos de répteis é estimada entre 20 a 40% (GARCIA-NAVARRO & PACHALY, 1994).

Para FRYE (1991), os heterófilos correspondem de 30 a 40% no número total de leucócitos em répteis saudáveis, porcentagem que aumenta nas infecções bacterianas até 65%, sendo encontrados em muitos abscessos, particularmente aqueles induzidos por bactéria extracelular.

As porcentagens dos heterófilos dos *P. geoffroanus* da área de predomínio urbano ficaram próximos aos 27,5 e 28,0% citados por TROIANO & SILVA (1998) para *Chelonoidis chilensis chilensis*.

Porcentagens mais elevadas foram citadas para *Gopherus agassizii* (35 a 60%) por ROSSKOPF JUNIOR (1982) e por CHRISTOPHER et al. (1999) e para *Podocnemis expansa* (75%) por OLIVEIRA et al. (2000).

As médias dos heterófilos das duas subpopulações dos *P. geoffroanus* ficaram dentro das porcentagens para répteis saudáveis citados por GARCIA-NAVARRO & PACHALY (1994), embora na área de predomínio urbano alguns espécimes de machos e fêmeas tenham apresentado porcentagens inferiores a 20% e alguns machos acima de 30%.

É possível que os maiores índices de heterófilos nos *P. geoffroanus* da área agropecuária (incremento de 21,4% na média destas células em relação à

área urbanizada) possam estar relacionados com as elevadas concentrações de defensivos agrícolas encontrados no sedimento do rio nesta área (Capítulo 1).

*Azurófilos*: Ao estudar a morfologia comparativa das células do sangue em animais exóticos e nativos, CANFIELD (1998) mencionou que o termo azurófilo refere-se à forma de monócitos que contem numerosos grânulos citoplasmáticos finos e de coloração vermelha para o roxo, ocorrendo primariamente em anfíbios e répteis, especialmente em serpentes.

Em Testudinata, apesar de controvertidas, as informações sobre azurófilos aparentemente são mais consistentes para as espécies terrestres onde estas células ocorrem com maior frequência, tendo ANDERSON, WACK, HATCHER (1997) citado que os azurófilos não são células comuns em Testudinata.

TROIANO & VAUTIER (1986), ao compararem os hemogramas de *Geochelone chilensis* com os de *Geochelone pardalis* e *Gopherus agassizii*, não incluíram azurófilos na contagem dos leucócitos. Entretanto, quando se referiram às morfologias de células circulantes, citaram heterófilos ou azurófilos, considerando-os como sinônimos.

HART et al. (1991) atribuíram valores de 4,7% de azurófilos para as fêmeas e de 6,1% para os machos de *Geochelone gigantea*, tendo ALLEMAN, JACOBSON, RASKIN (1992) incluído 2,0% de monócitos azurofílicos no total de monócitos para *Gopherus agassizii*.

GARNER et al. (1996) dividiram os leucócitos mononucleares de *Gopherus agassizii* em monócitos/monoblastos e monócitos/azurofílicos entre outros, tendo TROIANO & SILVA (1998) estabelecido valores de 7,8% de azurófilos para os machos e de 8,0% para as fêmeas de *Chelonoidis chilensis chilensis*.

Para a espécie dulcícola *Elseya novaeguineae*, ANDERSON, WACK, HATCHER (1997) encontraram 0,7% de azurófilos, e para a espécie marinha *Chelonia mydas*, SAMOUR et al. (1998) citaram as porcentagens de 1,3% a 2,8% para os espécimes juvenis e para os subadultos; para as fêmeas e os machos adultos as porcentagens foram de 1,4% e 2,0%, respectivamente.

Nos *Phrynops geoffroanus*, os azurófilos foram constatados em alguns espécimes (8 machos, 8 fêmeas) procedentes da área de domínio agropecuário. A porcentagem destas células foi um pouco mais elevada que os

0,7% citados para a espécie dulcícola *Elseya novaeguineae* por ANDERSON, WACK, HATCHER (1997).

Com base nas gamas citadas para os parâmetros hematológicos em répteis saudáveis mencionados por FRYE (1991) e por GARCIA-NAVARRO & PACHALY (1998), a análise geral dos hemogramas dos *Phrynops geoffroanus* do rio Uberabinha revelou que a subpopulação da área de predomínio agropecuário apresentou eosinofilia, a população como um todo apresentou basopenia, e valores considerados para répteis saudáveis foram constatados para neutrófilos, linfócitos, monócitos e heterófilos.

As diferenças ambientais a que as duas subpopulações dos *P. geoffroanus* estavam expostas foram as que mais refletiram nos parâmetros hematológicos. Os resultados deste estudo indicam que os valores obtidos não devem ser generalizados para outras populações e os valores de referência devem ser utilizados com cautela, quando necessário, como ferramenta de diagnóstico das condições de saúde.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- ALLEMAN, A. R., JACOBSON, E. R., RASKIN, R. E. Morphologic and cytochemical characteristics of blood cells from the desert tortoise (*Gopherus agassizii*). **Am. J. Vet. Res.**, v. 53, n. 9, p.1645-1651, 1992.
- ANDERSON, N. L., WACK, R. F., HATCHER, R. Hematology and clinical chemistry reference ranges for clinically normal, captive new guinea snapping turtle (*Elseya novaeguineae*) and the effects of temperature, sex, and sample type. **J. Zoo. Wildl. Med.**, v. 28, n. 4, p. 394-403, 1997.
- BARGER, A. M., GRINDEM, C. B. Analyzing the results of a complete blood cell count. **Vet. Med.**, v. 95, n. 7, p. 534-553, 2000.
- BELLÓ, A. A., BELLÓ-KLEIN, A. A technique to anesthetize turtles with ether. **Physiol. & Behav.**, v. 50, p. 847-848, 1991.
- BOLTEN, A. B., JACOBSON, E. R., BJORNDAL, K. A. Effects of anticoagulant and autoanalyzer on blood and biochemical values of loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*). **Am. J. Vet. Res.**, v. 53, n.12, p. 2224-2227, 1992.
- CANFIELD, P. J. Comparative cell morphology in the peripheral blood film from exotic and native animals. **Aust. Vet. J.**, v. 76, n.12, p. 793-800, 1998.
- CHRISTOPHER, M. M. Physical and biochemical abnormalities associated with prolonged entrapment in a desert tortoise. **J. Wildl. Dis.**, v. 35, n. 2, p. 361-366, 1999.
- CHRISTOPHER, M. M., BERRY, K. H., WALLIS, I. R., NAGY, K. A., HENEN, B. T., PETERSON, C. C. Reference intervals and physiologic alterations in hematologic and biochemical values of free-ranging desert tortoises in the Mojave Desert. **J. Wildl. Dis.**, v. 35, n. 2, p. 212-238, 1999.
- CUSTER, R., BUSH, M. Physiologic and acid base measures of gopher snake during ketamine or halothane-nitrous oxyde anesthesia. **J. Am. Vet. Med. Ass.**, v. 177, n. 9, p. 870-874, 1980.
- DAVEY, F. R., HUTCHISON, R. E. Leukocytic disorders. In: HENRY, J. B. **Clinical diagnosis and management by laboratory methods**. 19. ed. Philadelphia: Saunders, 1996. cap. 27, p. 664-700.
- DUGUY, R. Le cycle annuel des éléments figurés du sang chez *Emys orbicularis* L., *Lacerta muralis* Laur. et *Natrix maura* L. **Bull. Soc. Zool. France**, v. 92, p. 23-37, 1967.
- DUGUY, R. Number of blood cells and their variation. In: GANS, C., PARSON, T. **S. Biology of the reptilia**. New York: Academic Press, 1970. v. 3. p. 93-109.
- FRAIR, W. Turtle red blood cell packed volumes, sizes, and numbers. **Herpetologica**, v. 33, n. 2, p.167-190, 1977.

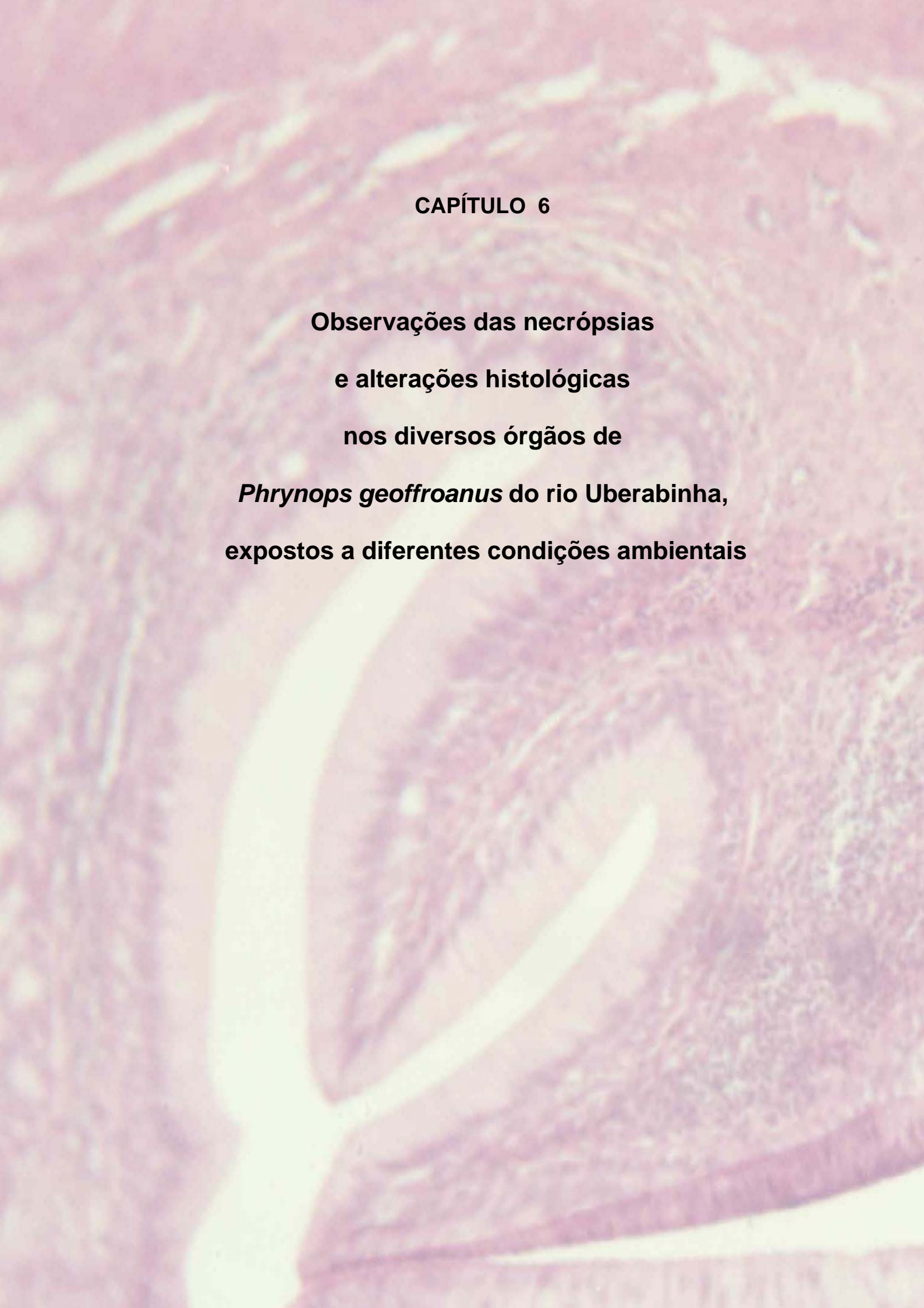
- FRÉJAVILLE, J. P., KAMOUN, P. **Manual de exames de laboratório:** indicação, técnica, interpretação, diagnóstico. São Paulo: Atheneu, 1989. 701 p.
- FRYE, F. L. **Biomedical and surgical aspects of captive reptile husbandry.** Kansas: Veterinary Medicine, 1981. 458 p.
- FRYE, F. L. Hematology as applied to clinical reptile medicine. In: \_\_\_\_\_. **Biomedical and surgical aspects of captive reptile husbandry.** Florida: Krieger, 1991. v. 1. chap. 7, p. 209-279.
- GANDAL, C. P. A practical method of obtaining blood from anesthetized turtles by means of cardiac puncture. **Zoologica**, v. 43, n. 7, p. 93-94, 1958.
- GARCIA-NAVARRO, C. E. K., PACHALY, J. R. **Manual de hematologia veterinária.** São Paulo: Varela, 1994. 169 p.
- GARNER, M. M., HOMER, B. L., JACOBSON, E. R., RASKIN, R. E., HALL, B. J., WEIS, W. A., BERRY, K. H. Staining and morphologic features of bone marrow hematopoietic cells in the desert tortoises (*Gopherus agassizii*). **Am. J. Vet. Res.**, v. 57, n. 11, p. 1608-1615, 1996.
- GAUMER, A. E. H., GOODNIGHT, C. J. Some aspects of the hematology of turtles as related to their activity. **Am. Midl. Nat.**, v. 58, n. 2, p. 332-340, 1957.
- GOIN, C. J., JACKSON, C. G. Haemoglobin values of some amphibians and reptiles from Florida. **Herpetologica**, v. 21, p. 145-146, 1965.
- GOTTDENKER, N. L., JACOBSON, E. R. Effect of venipuncture sites on hematologic and clinical biochemical values in desert tortoises (*Gopherus agassizii*). **Am. J. Vet. Res.**, v. 56, n. 1, p. 19-21, 1995.
- HART, M. G., SAMOUR, H. J., SPRATT, D. M. J., SAVAGE, B., HAWKEY, C. M. An analysis of haematological findings on a feral population of Aldabra giant tortoises (*Geochelone gigantea*). **Comp. Haematol. Int.**, v. 1, p. 145-149, 1991.
- HEADY, J. M., ROGERS, T. E. Turtle blood cell morphology. **Proc. Iowa Academy of Science**, v. 69, p. 587-590, 1962.
- HIRSCHFELD, W. J., GORDON, A. S. The effect of bleeding and starvation on blood volumes and peripheral hemogram of the turtle, *Pseudemys scripta elegans*. **Anat. Rec.**, v. 153, n. 3, p. 317-324, 1965.
- HUTCHISON, V. H., SZARSKI, H. Number of erythrocytes in some amphibians and reptiles. **Copeia**, n. 3, p. 373-375, 1965.
- HUTTON, K. E. Blood volume, corpuscular constants, and shell weight in turtles. **Am. J. Physiol.**, v. 200, p. 1004-1006, 1960.
- JACOBSON, E. R. Reptiles. **Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.**, v. 17, p. 1203-1225, 1987.

- JACOBSON, E. R., SCHUMACHER, J., GREEN, M. Field and clinical techniques for sampling and handling blood for hematologic and selected biochemical determinations in the desert tortoise, *Xerobates agassizii*. **Copeia**, n. 1, p. 237-241, 1992.
- KAPLAN, H. M. Techniques of collection in ectotherms of body fluids, excreta, and vital products for laboratory examination. **Lab. An. Care**, v. 18, n. 2, p.131-143, 1968.
- LAWRENCE, K., HAWKEY, C. Seasonal variations in haematological data from Mediterranean tortoises (*Testudo graeca* and *Testudo hermanni*) in captivity. **Res. Vet. Sci.**, v. 40, p. 225-230, 1986.
- MARKS, S. K., CITINO, S. B. Hematology and serum chemistry of the radiated tortoise (*Testudo radiata*). **J. Zoo. Wildl. Med.**, v. 21, n. 3, p. 342-344, 1990.
- MURO, J., CUENCA, R., PASTOR, J., VINAS, L., LAVIN, S. Effects of lithium heparin and tripotassium EDTA on hematologic values of herman's tortoises (*Testudo hermanni*). **J. Zoo. Wildl. Med.**, v. 29, n. 1, p. 40-44, 1998.
- OLIVEIRA, R. C., BELETTI, M. E., SILVA, M., SANTOS, A. L. Q. Caracterização morfológica dos leucócitos da tartaruga da amazônia (*Podocnemis expansa*) em microscopia de luz. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 16, n. 1, p. 21-29, 2000.
- OLIVEIRA LIMA, A., SOARES, J. B., GRECO, J. B., GALIZZI, J., CANÇADO, J. R. Química do sangue. In: \_\_\_\_\_. **Métodos de laboratório aplicados à clínica: técnica e interpretação**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. cap.2, p. 2.1-2.61.
- OWENS, D. W., RUIZ, G. J. New methods of obtaining blood and cerebrospinal fluid from marine turtles. **Herpetologica**, v. 36, n. 1, p. 17-20, 1980.
- PAGÉS, T., PEINADO, V. I., VISCOR, G. Seasonal changes in hematology and blood chemistry of the freshwater turtle *Mauremys caspica leprosa*. **Comp. Biochem. Physiol.**, v. 103A, n. 2, p. 275-278, 1992.
- PALOMEQUE, J., SESÉ, P., PLANAS, J. Respiratory properties of the blood of turtles. **Comp. Biochem. Physiol.**, v. 57, n. 4A, p. 479-483, 1977.
- PARTATA, W. A. **Glicogênio no sistema nervoso central da tartaruga *Chrysemys dorbigni* (Chelonia, Emydidae):** variações em distintas condições experimentais e distribuição nas diferentes áreas encefálicas. 1992. 178 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- PIENAAR, U. V. **Haematology of some south African reptiles**. Johannesburg: Witwatersrand University, 1962. 298 p.
- RANDALL, D., BURGGREN, W., FRENCH, K. Trocas gasosas e equilíbrio ácido-básico. In: \_\_\_\_\_. **Fisiologia animal: mecanismos e adaptações**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. cap. 13, p. 481-530.



- RICHTER, A. G., OLSEN, J., FLETCHER, K., BENIRSCHKE, K., BOGART, M. Techniques for collecting blood from galapagos tortoises and box turtles. **Vet. Med. Small Anim. Clin.**, v. 72, n. 8, p.1376-1378, 1977.
- RILEY, V. Adaptation of orbital bleeding technic to rapid serial blood studies. **Proc. Soc. Exp. Biol. Med.**, v. 104, p. 751-754, 1960.
- ROSSKOPF JUNIOR, W. J. Normal hemogram and blood chemistry values for California desert tortoises. **Vet. Med. Small Anim. Clin.**, v. 77, n. 1, p. 85-87, 1982.
- SAINT GIRONS, M. C. Morfology of circulating blood cells. In: GANS, C., PARSON, T. S. **Biology of the reptilia**. New York: Academic Press, 1970. v. 3, p. 73-91.
- SAMOUR, J. H., HOWLETT, J. C., SILVANOSE, C., HASBUN, C. R., AL-GHAIS, S. M. Normal haematology of free-living green sea turtles (*Chelonia mydas*) from the United Arab Emirates. **Comp. Haematol. Int.**, v. 8, p.102-107, 1998.
- SAMOUR, H. J., RISLEY, D., MARCH, T., SAVAGE, B., NIEVA, O., JONES, D. M. Blood sampling techniques in reptiles. **Vet. Rec.**, v. 114, p. 472-476, 1984.
- SAUNDERS, D. K., PATEL, K. H. Comparison of blood viscosity in red-eared sliders (*Trachemys scripta*) adapted to cold and room temperature. **J. Exp. Zool.**, v. 281, p. 157-163, 1998.
- SHEELER, P., BARBER, A. A. Comparative hematology of the turtle, rabbit and rat. **Comp. Biochem. Physiol.**, v. 11, n. 1, p.139-145, 1964.
- SMITH, C. N., NEPTUN, D. A., IRONS, R. D. Effect of sampling site and collection method on variations in baseline clinical pathology parameters in Fischer-344 rats. II. Clinical hematology. **Fundam. Appl. Toxicol.**, v. 7, n. 4, p. 658-663, 1986.
- TAYLOR, K., KAPLAN, H. M. Light microscopy of the blood cells of pseudemyd turtles. **Herpetologica**, v. 17, n. 3, p. 186-192, 1961.
- TAYLOR JUNIOR, R. W., JACOBSON, E. R. Hematology and serum chemistry of the gopher tortoise, *Gopherus polyphemus*. **Comp. Biochem. Physiol.**, v. 72A, n. 2, p. 425-428, 1982.
- TROIANO, J. C. **Manejo sanitario de reptiles en cautiverio**. Buenos Aires: Prensa Veterinaria Argentina, 1991. 176 p.
- TROIANO, J. C., SILVA, M. C. Valores hematológicos de referencia en tortuga terrestre argentina (*Chelonoidis chilensis chilensis*). **Analecta Vet.**, v. 18, n. 1/2, p. 47-51, 1998.
- TROIANO, J. C., VAUTIER, E. H. Algunas observaciones en sangre de la tortuga terrestre argentina. **Cuad. Herp.**, v. 2, n. 1, p. 1-10, 1986.

- ULTSCH, G. R. Blood gases, hematocrit, plasma ion concentrations, and acid-base status of musk turtles (*Sternotherus odoratus*) during simulated hibernation. **Physiol. Zool.**, v. 61, n. 1, p.78-94, 1988.
- VALLADA, E. P. **Manual de técnicas hematológicas**. São Paulo: Atheneu, 1993. 423 p.
- VERMA, G. K., BANERJEE, V. The erythrocytes and related blood parameters of a common indian turtle *Trionyx gangeticus*. **Ann. Zool.**, v. 18, p.135-146, 1981.
- WOOD, F. E., EBANKS, G. K. Blood cytology and hematology of the green sea turtle, *Chelonia mydas*. **Herpetologica**, v. 40, n. 3, p. 331-336, 1984.
- WORK, T. M., BALAZS, G. H. Relating tumor score to hematology in green turtles with fibropapillomatosis in Hawaii. **J. Wildl. Dis.**, v. 35, n. 4, p. 804-807, 1999.
- ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 633 p.



**CAPÍTULO 6**

**Observações das necrópsias  
e alterações histológicas  
nos diversos órgãos de  
*Phrynops geoffroanus* do rio Uberabinha,  
expostos a diferentes condições ambientais**

## RESUMO

---

Comparações morfológicas da histologia do encéfalo, coração, timo, tireóide, pulmão, fígado, baço, pâncreas, estômago, intestinos, rins, bexiga urinária, supra-renal, testículo, ovário e oviduto foram realizadas entre duas subpopulações do cágado *Phrynops geoffroanus* procedentes de duas áreas do rio Uberabinha expostas a diferentes concentrações e tipos de poluentes em consequência das ações antrópicas. Foram sacrificados por decapitação três machos e três fêmeas de cada subpopulação, procedentes de uma área de predomínio de uso do solo agropecuário e outra de predomínio urbano. De cada animal foram obtidos a massa corpórea e o volume e massa do sangue. Os cágados foram necropsiados e os fragmentos dos diversos órgãos retirados, fixados e utilizados na confecção das lâminas histológicas. Os espécimes da área de predomínio agropecuário apresentaram os músculos esqueléticos com coloração avermelhada intensa, mais compacta e menores quantidades de tecido adiposo de reserva em relação aos espécimes da área urbanizada. A quantidade de tecido adiposo, a massa e o volume de sangue parecem estar relacionados ao sexo, provavelmente devido ao maior tamanho das fêmeas. O exame microscópico dos tecidos evidenciou alterações como edema, granuloma, infiltrado inflamatório, hemossiderose, pielonefrite e pneumonia focal em espécimes da área urbanizada. Encéfalo, coração, timo, tireóide, pulmão, fígado, baço, pâncreas, estômago, intestino e rins foram os órgãos que apresentaram alterações. Presença de hemossiderina no fígado e alguns alvéolos pulmonares dilatados foram verificados nos espécimes da área agropecuária. Nenhum helminto foi encontrado nas inspeções macroscópicas dos órgãos, contudo, ovos de trematódeos e larvas sugestivas de helmintos foram encontrados nos exames das lâminas histológicas do pulmão, baço, pâncreas, fígado, estômago e rim em alguns espécimes de cágado da área urbanizada. Estando a área de predomínio urbano localizada a jusante da área agropecuária, os cágados desta subpopulação estão vulneráveis ao contato com substâncias oriundas das adubações e defensivos agrícolas acrescido das substâncias provenientes dos esgotos domésticos e industriais que, associados aos achados histopatológicos, permitem concluir que as alterações ambientais provocadas pelas ações antrópicas podem comprometer as funções orgânicas dos *Phrynops geoffroanus*.

## INTRODUÇÃO

---

Uma comparação de tecidos normais com tecidos anormais é essencial para um conhecimento detalhado das alterações morfológicas em tecidos doentes (FRYE, 1991a).

Segundo COOPER (1984), a influência de fatores físicos, como trauma, exposição excessiva ao frio e ao calor, alterações na umidade e injúrias químicas podem determinar doenças em anfíbios e répteis, como também ambientes poluídos com substâncias carcinogênicas podem influenciar no desenvolvimento de neoplasias em répteis.

Embora não tenham sido confirmados casos de parasitismo induzindo neoplasias em répteis, algumas neoplasias associadas a parasitos em Testudinata têm sido relatadas (COOPER, 1984; JACOBSON et al., 1989).

A grande maioria das informações de doenças e de patologias em répteis foi obtida com espécimes mantidos em cativeiro.

Relatos de casos de gota visceral ou articular em répteis foram mencionados por APPLEBY & SILLER (1960), WALLACH & HOESSLE (1967), COWAN (1968), FRYE & DUTRA (1976), MARCUS (1981), WALLACH & BOEVER JUNIOR (1983), FRYE (1984), TROIANO (1991), BAUAB & BRITES (1995) entre outros.

Em Testudinata, MARCUS (1981) mencionou casos de hipovitaminose A, deficiência de tiamina (vitamina B<sub>1</sub>), desordem no metabolismo do cálcio, gota, diabetes mellitus, cálculo urinário, bócio em hipotireoidismo, retenção de ovos, adenocarcinoma renal, leucemia mielogênica e fibroepiteliomas cutâneos em répteis.

KEYMER (1978a,b), ao necropsiar 144 tartarugas terrestres (17 espécies), 122 tartarugas dulcícolas (36 espécies) e 7 tartarugas marinhas (3 espécies), constatou que 27,0% das tartarugas terrestres apresentaram desordens intestinais, 22,2% com desordens nutricionais, 43,8% infestadas por nematóides, 22,9% com protozoários e 7,6% com infecções bacterianas. Nas espécies aquáticas, 3,3% apresentaram infecções fúngicas, 19,7% com desordens nutricionais, 18,9% com nematóides, 33,6% com protozoários, sendo que nas espécies dulcícolas as infecções bacterianas (15,5%) foram a causa mais comum das mortes. Nenhum

diagnóstico foi concluído em 34,7% dos casos nas tartarugas terrestres e em 33,6% dos casos nas tartarugas aquáticas.

Em filhotes e jovens de *Chelonia mydas* e *Caretta caretta*, GLAZEBROOK, CAMPBELL, THOMAS (1993) encontraram cinco complexos de doenças envolvendo estomatites ulcerativas, rinites obstrutivas e pneumonia, tendo sido isoladas três espécies de bactérias nos casos de estomatite ulcerativa e rinite obstrutiva e quatro gêneros de fungos na traquéia e brônquios das tartarugas com broncopneumonia.

HERBST (1994) mencionou que as possíveis etiologias dos fibropapilomas encontrados em tartarugas marinhas incluem viroses, parasitos metazoários, radiação ultravioleta e carcinógenos químicos.

O objetivo deste trabalho foi comparar a nível histológico, a morfologia, de vários órgãos entre as duas subpopulações do cágado *Phrynops Geoffroyanus* para verificar se as diferentes influências antrópicas a que as duas subpopulações estiveram expostas podem interferir nas condições de saúde destes animais.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

---

Em janeiro de 2000 foram capturados 58 *Phrynops geoffroanus* no rio Uberabinha (Capítulos 1 e 2).

Após o manuseio dos cágados para as coletas dos dados morfométricos (Capítulo 2), coletas de algas epizoárias e de amostras para as análises microbiológicas (Capítulo 3), investigações de ectoparasitos e coletas de amostras de sangue para pesquisas de hematozoários (Capítulo 4), hematologia e bioquímica do sangue (Capítulos 5 e 7), os animais passaram por um período de aproximadamente quatro semanas para recuperação do estresse decorrente do manejo e coleta das diversas amostras.

Dos 58 *P. geoffroanus*, foram retirados aleatoriamente três machos e três fêmeas de cada subpopulação para sacrifício, necropsia e retirada de fragmentos dos órgãos e glândulas para a confecção das lâminas de cortes histológicos para o estudo morfológico comparativo.

Após a retirada dos espécimes dos tanques, os *P. geoffroanus* foram banhados com água deionizada, envoltos em toalha de algodão para a remoção da água, e suas massas corpóreas foram obtidas em balança Filizzola<sup>®</sup> (escala 10g – 10 kg).

Com os pescoços distendidos e apoiados sobre um bloco de madeira de 20x8x5cm sobre a bancada do laboratório, os animais foram rapidamente decapitados com faca de campanha Tramontina<sup>®</sup>. Imediatamente, o corpo do cágado com a parte anterior da abertura carapaça/plastrão foi colocado sobre um béquer graduado de polietileno Nalgon<sup>®</sup> (100 ml) para a coleta e quantificação do volume do sangue.

Cada animal foi mantido em decúbito dorsal sobre a bancada do laboratório e com a mesma faca utilizada para a decapitação, procedeu-se à retirada do plastrão rompendo-se as suturas do plastrão com a caparaca de ambos os lados, direito e esquerdo, na região da ponte (placas peitoral e abdominal). Com tesouras cirúrgicas Aesculapi<sup>®</sup> (12 cm), o tecido cutâneo e muscular das cavidades de inserção dos membros anteriores e posteriores foi separado. Com a faca Tramontina<sup>®</sup>, seccionou-se as estruturas ósseas

que unem a carapaça ao plastrão, desprendendo-o e permitindo a visualização da cavidade pleuroperitoneal.

Após a avaliação macroscópica da musculatura, do tecido adiposo e dos órgãos internos dos *P. geoffroanus*, as reservas de tecido adiposo foram cuidadosamente removidas, obtendo-se suas massas em balança Sartorius® (modelo 2254, escala 0 - 1000g).

Os órgãos foram removidos com auxílio de pinças e tesouras e dispostos sobre uma placa de poliestireno, sendo macroscopicamente examinados à procura de parasitos e alterações patológicas.

De cada animal foram obtidos fragmentos de encéfalo, timo, tireóide, coração, pulmão, fígado, baço, pâncreas, estômago, intestinos, rins, bexiga urinária, ovário, oviduto, testículo e supra-renal. Os fragmentos foram individualmente depositados em frascos de polietileno com capacidade para 50 ml contendo aldeído fórmico a 10% tamponado com carbonato de cálcio para a fixação.

Posteriormente, os frascos devidamente identificados com os números de cada animal foram encaminhados ao Laboratório de Histopatologia da Faculdade de Medicina de Catanduva/SP para a confecção de lâminas histológicas.

Após o processo de fixação e inclusão em blocos de parafina, realizaram-se os cortes histológicos com 4 $\mu$  de espessura e as lâminas foram coradas com hematoxilina-eosina, segundo as técnicas contidas em JUNQUEIRA & JUNQUEIRA (1983).

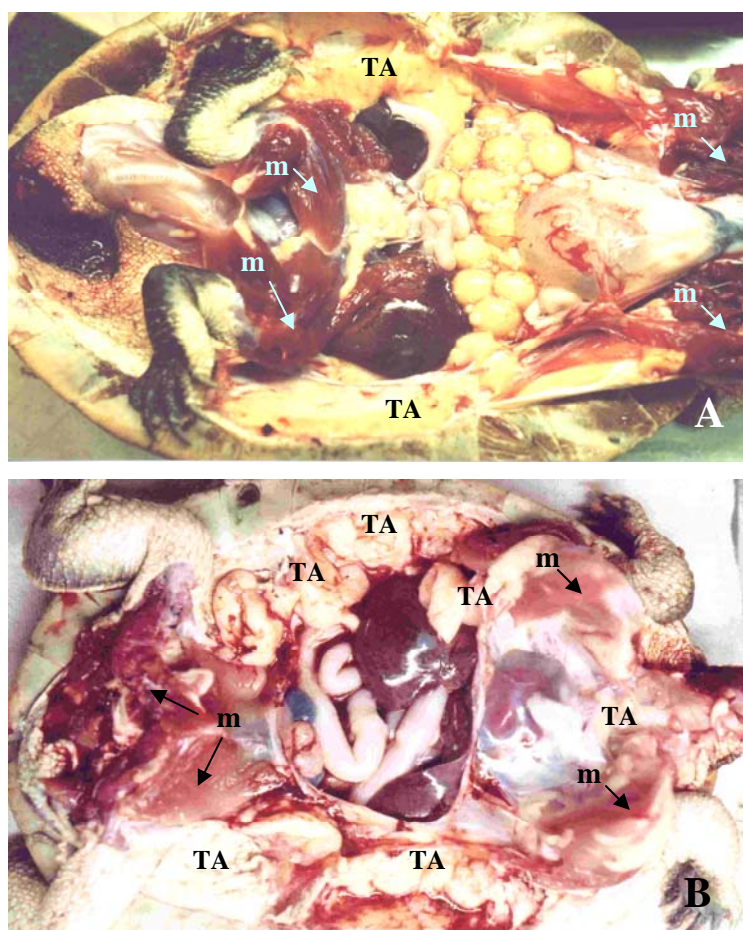
Ao se analisarem as lâminas contendo os cortes histológicos do timo, fígado e baço, constatou-se a presença de concentrações pigmentares. Novos cortes deste órgão foram realizados e corados pelas técnicas de Perl's e do PAS (JUNQUEIRA & JUNQUEIRA, 1983).

As lâminas foram analisadas sob microscopia de luz (Leika® ATC 2000) e as fotografias obtidas com equipamento fotográfico Pentax® Program Plus.



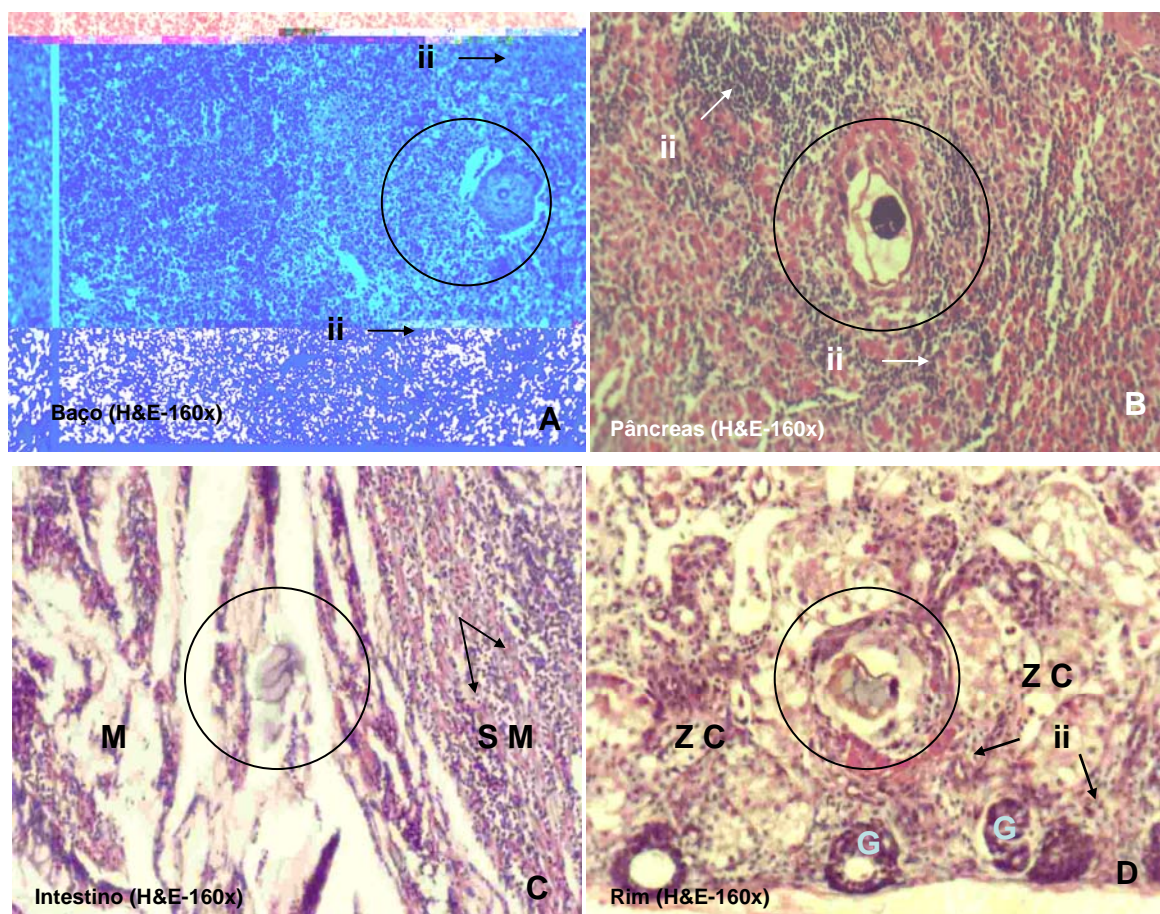
## RESULTADOS

No exame macroscópico dos *Phrynops Geoffroanus* necropsiados, observou-se que os exemplares da área de predomínio agropecuário apresentaram musculatura compacta e intensamente corada e pouco depósito de tecido adiposo no celoma e entre as fascias musculares. Nos espécimes da área de predomínio urbano, a musculatura mostrava consistência menos compacta e coloração menos intensa com depósitos de tecido adiposo entre as fascias musculares e tecido subcutâneo, com o celoma contendo grandes depósitos de tecido adiposo (Figura 6.1- A e B).



**FIGURA 6.1-** Necropsia de *P. Geoffroanus*: **A-** Espécime da área de predomínio agropecuário. **B-** Espécime da área urbanizada. Músculos (m). Depósitos de tecido adiposo (TA).

Apesar de terem sido constatados granulomas sugestivos de trematódeo, helminto e um parasito não identificado na histologia do fígado, pulmão, baço, pâncreas e estômago (16,6%), e rins (33,3%) de seis espécimes da área urbanizada (Figura 6.2), nenhum parasito adulto foi encontrado na inspeção da cavidade nasal, orofaringe, câmara cardíaca, hepática e sistema portal, ductos de órgãos e lume do esôfago, estômago ou intestinos.



**FIGURA 6.2-** Cortes histológicas em *Phrynos geoffroanus* da área urbanizada: **A-** Baço com formação característica de célula gigante e reação de corpo estranho englobando estrutura sugestiva de trematódeo circundada por focos de infiltrado inflamatório (ii). **B-** Pâncreas com célula gigante envolvendo larva de trematódeo com reação de corpo estranho e infiltrado inflamatório (ii). **C-** Parede intestinal espessada na sub-mucosa (SM) com reação inflamatória aguda (ii) e larva de helminto ao centro. Mucosa sem alterações aparentes (M). **D-** Zona cortical de rim (ZC) com célula gigante envolvendo estrutura característica de trematódeo, circundada por focos de infiltrado inflamatório (ii). Glomérulos (G).

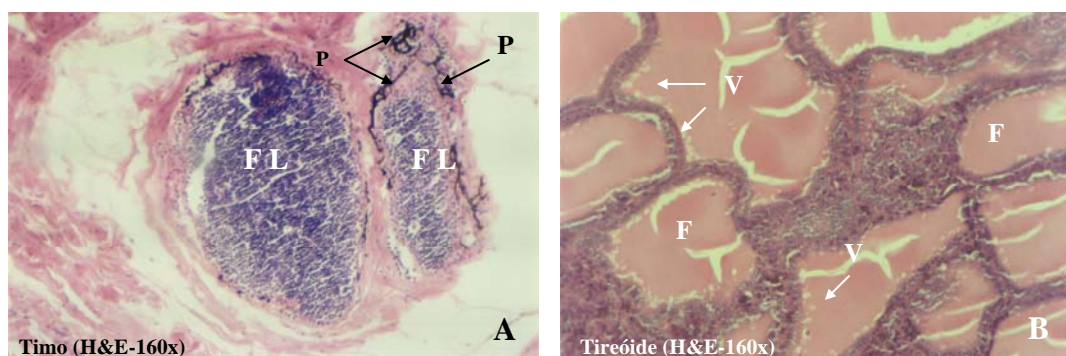
A análise comparativa das lâminas da histologia (Tabela 6.1) evidenciou alterações mais acentuadas em alguns órgãos dos *Phrynos geoffroanus* da área de predomínio urbano.

**TABELA 6.1-** Principais alterações histopatológicas observadas em alguns órgãos dos *Phrynosops geoffroanus*.

	Área 1		Área 2	
	M	F	M	F
<b>Encéfalo</b>				
edema discreto	-	-	3	3
<b>Coração</b>				
edema discreto com pequena dissociação de fibras	-	-	3	3
<b>Timo</b>				
hiperemia de folículo linfóide	-	-	1	1
pigmentos entre folículos linfóides	-	-	1	2
<b>Tireóide</b>				
folículos com sinais de hiperfunção	-	-	3	3
<b>Pulmão</b>				
hiperemia de septo inter alveolar	-	-	2	1
dilatação de alvéolos	3	3	-	-
alvéolos c/ formações cartilaginosas	-	-	2	2
granuloma sugestivo de trematódeo	-	-	-	1
pneumonia focal com infiltrado inflamatório	-	-	1	2
<b>Fígado</b>				
cistos com larva de trematódeo	-	-	-	1
granuloma sugestivo de trematódeo	-	-	1	-
hiperemia sinusoidal e degeneração hidrópica	.	.	2	2
infiltrado inflamatório focal	1	1	2	1
hepatite difusa	-	-	1	2
pigmento tipo hemozoina	-	-	2	2
hemossiderose discreta nos sinusóides	3	3	-	-
hemossiderose intensa nos sinusóides	-	-	3	3
<b>Baço</b>				
granuloma sugestivo de trematódeo	-	-	-	1
cistos com larvas de parasitos não identificado	-	-	-	1
hiperemia focal	-	-	2	2
pigmentos tipo hemozoina	-	-	3	1
pigmentos de hemossiderina	1	2	-	-
<b>Estômago</b>				
infiltrado inflamatório na mucosa	1	1	3	3
cistos com larvas sugestivas de helmintos	-	-	-	1
cistos com larvas sugestivas de trematódeo	-	-	-	1
<b>Intestino</b>				
infiltrado inflamatório de serosa ou mucosa	-	-	3	3
<b>Pâncreas</b>				
infiltrado mononuclear na cápsula	1	-	-	-
pancreatite focal	1	-	3	2
cistos com larvas sugestivas de trematódeo	-	-	-	1
<b>Rins</b>				
cistos com larvas sugestivas de trematódeo	-	-	1	1
pielonefrite focal intersticial	2	1	2	2
pielonefrite focal difusa	-	-	3	3
<b>Bexiga</b>				
infiltrado inflamatório no coreom	-	-	1	2

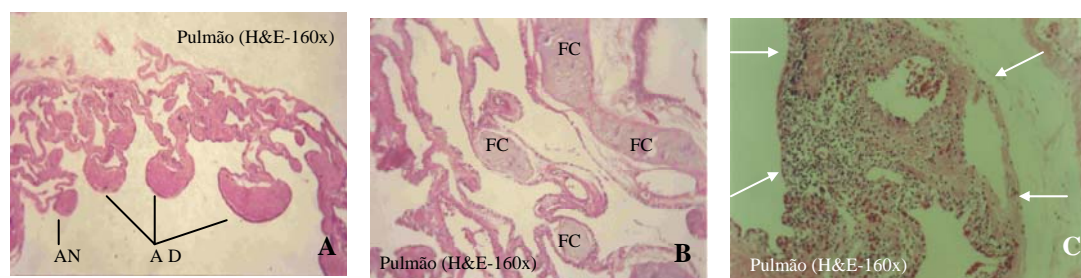


Maior número de alterações foi observada nos órgãos dos *Phrynops Geoffroanus* da área urbanizada, onde 100% dos cágados apresentaram encéfalo e coração com edema discreto. Nos folículos linfóides do timo, observou-se hiperemia em 33,3% e pigmentos entre os folículos em 50% dos espécimes (Figura 6.3-A). Sinais de hiperfunção da tireóide (Figura 6.3- B) foram observados em 100% dos animais.



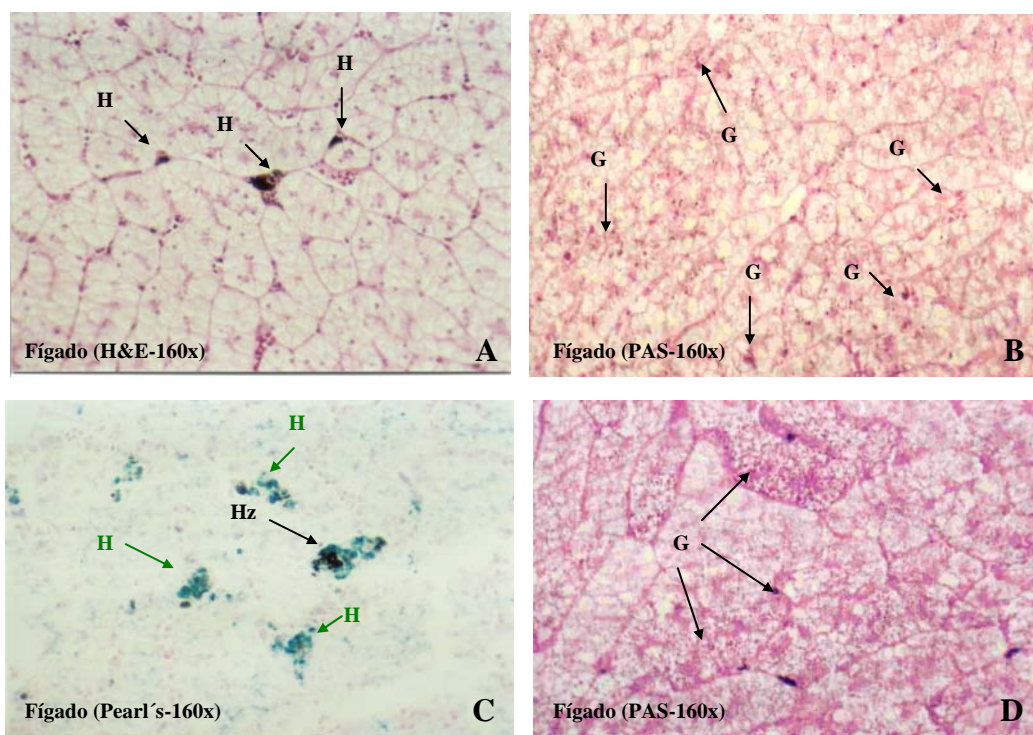
**FIGURA 6. 3-** Cortes histológicos em *P. Geoffroanus* da área urbanizada. **A-** Timo com pigmentos (P) entre os folículos linfóides (FL). **B-** Tireóide com indicativo de hiperfunção com folículos (F) repletos de colóide denso com vacúolos periféricos (V).

Dilatações em alguns alvéolos pulmonares (Figura 6.4-A) foram observadas em todos os cágados da área agropecuária. Na área urbanizada, 50% dos animais apresentaram hiperemia pulmonar, 66,6% com alvéolos contendo formações cartilaginosas (Figura 6.4-B) e 50% com pneumonia focal e infiltrado inflamatório (Figura 6.4-C).



**FIGURA 6. 4-** Corte histológico em *Phrynops Geoffroanus*. **A-** Alvéolo pulmonar normal (AN) e alvéolos dilatados (AD) em espécime da área agropecuária. **B-** Alvéolos pulmonares com formações cartilaginosas (FC) em espécime da área urbanizada. **C-** Septos inter alveolares espessados com exsudato inflamatório neutrofilico delimitado pelas setas.

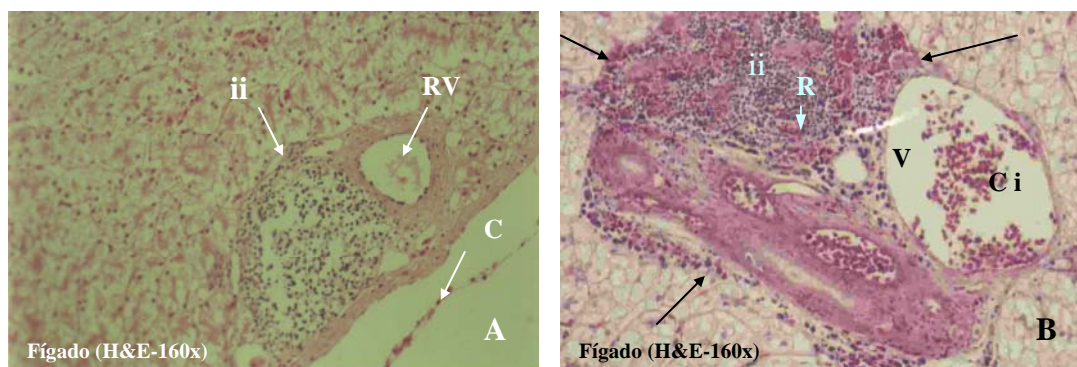
No fígado dos *P. geoffroanus* da área agropecuária, foram observadas pequenas inclusões de hemossiderina (Figura 6.5-A), e reduzidas concentrações de glicogênio (Figura 6.5-B). Nos cágados da área urbana, os fígados apresentaram maior quantidade de inclusões de hemossiderina evidenciada pela coloração de Pearl's, pigmentos tipo hemozoina (Figura 6.5 - C) e maiores concentrações de glicogênio (Figura 6.5 - D).



**FIGURA 6.5-** Cortes histológicos em *P. geoffroanus* - Área agropecuária: **A-** Pigmentos de hemossiderina (H) nos sinusóides englobados por células de Küpffer. **B:** Concentrações de glicogênio (G). Área urbanizada: **C-** Inclusões de hemossiderina (H) e pigmentos tipo hemozoina (Hz). **D-** concentrações de glicogênio (G).

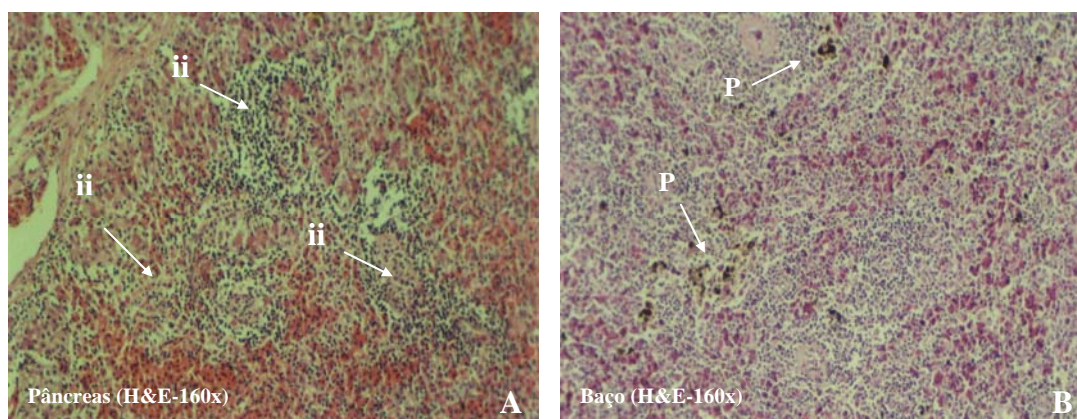
Infiltrado inflamatório focal (Figura 6.6-A) foi observado no fígado de 33,3% dos cágados da área agropecuária. Na área urbanizada, 50% apresentaram infiltrado inflamatório no fígado; 66,7% com hiperemia sinusoidal e degeneração hidrópica; 50% com hepatite difusa (Figura 6.6-B).





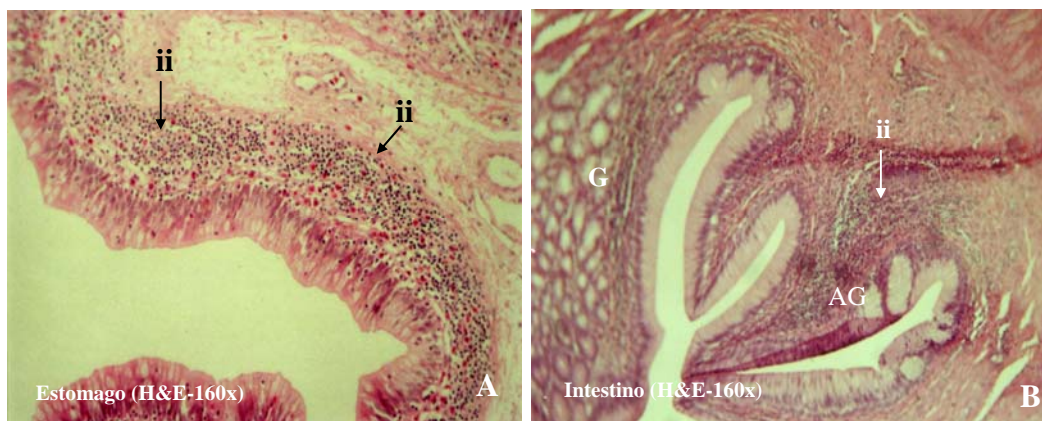
**FIGURA 6.6-** Cortes histológicos em *Phrynos geoffroanus*. **A-** Infiltrado mononuclear focal reacional (ii) ao lado de ramo venoso (RV). A cápsula está indicada pela seta C. **B-** Hepatite focal delimitada por setas, com infiltrado mononuclear (ii) e reação de corpo estranho (R) próximo a vasos (V) contendo células inflamatórias (Ci).

Dos *P. geoffroanus* da área agropecuária, 16,6% apresentaram infiltrado inflamatório mononuclear no tecido conjuntivo da cápsula do pâncreas e 16,6% pancreatite focal. Pancreatite de maior intensidade (Figura 6.7-A) foi observada em 83,3% dos cágados da área urbana; 66,7% portavam hiperemia e pigmentos tipo hemozoina no baço (Figura 6.7-B).



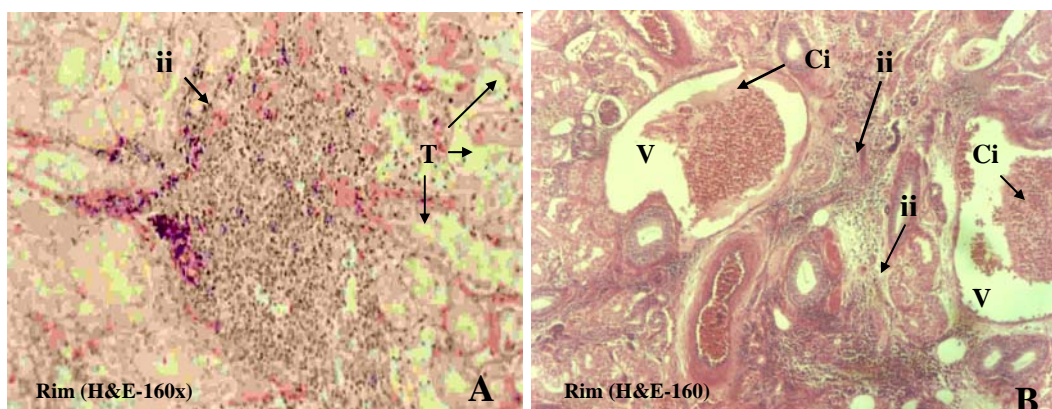
**FIGURA 6.7-** Cortes histológicos em *Phrynos geoffroanus*. **A-** Pancreatite com infiltrado inflamatório linfocitário (ii). **B-** Corte de baço evidenciando a presença de pigmentos tipo hemozoina (P).

Infiltrado inflamatório mononuclear na mucosa do estômago (Figura 6.8-A) foi observado em 33,3% dos *P. geoffroanus* da área agropecuária e em 100% nos da área urbanizada que também apresentaram infiltrado inflamatório focal de serosa ou mucosa do intestino (Figura 6.8-B).



**FIGURA 6.8-** Cortes histológicos em *P. geoffroanus*. **A-** Infiltrado inflamatório mononuclear (ii) na mucosa do estômago. **B-** infiltrado inflamatório focal na mucosa do intestino (ii), com atrofia glandular (AG). Estrutura glandular íntegra (G).

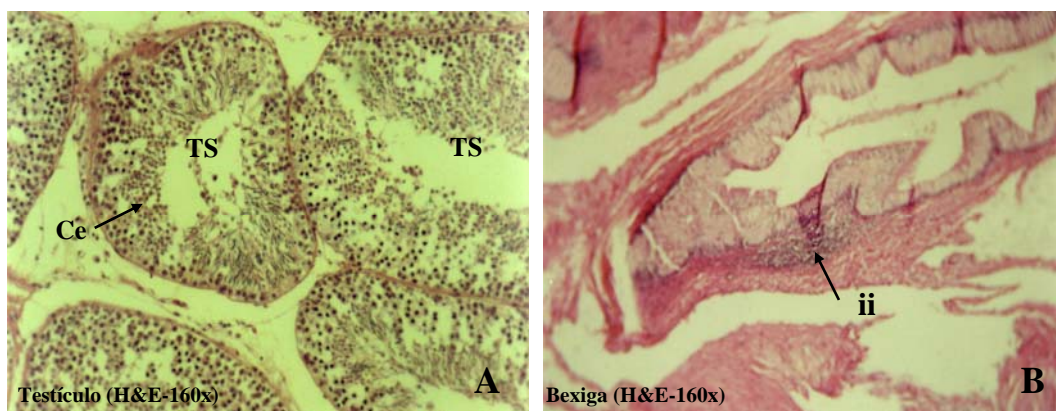
Pielonefrite focal intersticial (Figura 6.9-A) ocorreu em 50,0% em *Phrynops geoffroanus* da área agropecuária e em 66,7% da área urbanizada. Pielonefrite focal difusa (Figura 6.9-B) foi registrada em todos os espécimes sacrificados da área urbana.



**FIGURA 6.9-** Cortes histológicos em *P. geoffroanus*. **A-** Pielonefrite focal com infiltrado mononuclear (ii) nos intestícios dos túbulos (T). **B-** Nefrite difusa com vasos dilatados (V) contendo células inflamatórias no interior (Ci). Infiltrado inflamatório mononuclear (ii).

Nenhuma diferença foi observada entre os espécimes das duas subpopulações em relação ao ovário, oviduto, supra-renal e testículo (Figura 6.10-A). Infiltrado inflamatório focal no coreom mucosa da bexiga foi observado em 50% dos espécimes da área urbanizada (Figura 6.10-B).





**FIGURA 6.10**– Cortes histológicos em *P.geoffroanus*. **A**- Testículo evidenciando os túbulos seminíferos (TS) com células de linhagem espermatogênicas em diferentes estágios de maturação (Ce). **B**- Infiltrado inflamatório focal no coreom da mucosa da bexiga (ii).

A Tabela 6.2 contém as médias e desvios padrão obtidos para a massa corpórea, tecido adiposo de reserva, sangue, volume de sangue e porcentagem do tecido adiposo e de sangue em relação à massa corpórea dos *P. geoffroanus*. A massa do sangue foi determinada multiplicando-se os volumes pela média obtida das massas em 1 ml de sangue de cada animal.

**TABELA 6.2**- Médias e desvios padrão da massa corpórea e do tecido adiposo, volume e massa do sangue, e das porcentagens do tecido adiposo e massa de sangue em relação à massa corpórea dos *Phrynosops geoffroanus* do rio Uberabinha.

	Área 1		Área 2	
	machos	fêmeas	machos	fêmeas
massa corpórea (g)	1185,90 ± 363,7	2193,00 ± 656,8	1.500,00 ± 743,5	2133,00 ± 275,3
massa tecido adiposo (g)	107,90 ± 32,40	204,76 ± 59,39	210,87 ± 127,30	303,07 ± 43,38
% tec.adiposo / massa total	9,12 ± 0,23	9,35 ± 0,08	13,58 ± 1,48	14,25 ± 0,39
volume de sangue (ml)	58,33 ± 23,07	68,00 ± 26,91	65,67 ± 23,54	80,67 ± 16,92
massa total sangue (g)	143,50 ± 56,76	168,64 ± 66,73	147,09 ± 52,74	183,92 ± 38,58
% massa do sangue/ massa total	11,90 ± 2,59	7,56 ± 0,96	10,21 ± 1,80	8.59 ± 1,24



O pequeno número de cágados sacrificados inviabilizou a aplicação de testes estatísticos. Uma inspeção nos valores da Tabela 6.2 permite constatar que a massa de tecido adiposo de reserva foi maior nos *P. geoffroanus* da área urbanizada, corroborando com as observações verificadas durante as necropsias.

As médias das massas do tecido adiposo e do volume e massa do sangue indicaram diferenças entre os sexos, provavelmente relacionados aos maiores portes das fêmeas (Capítulo 2), como constatado também nas médias das massas corpóreas dos espécimes sacrificados. A massa e o volume de sangue parece não terem sido influenciados pelas diferentes condições ambientais a que ficaram expostas as duas subpopulações.

## DISCUSSÃO

---

A ocorrência de edema discreto constatado no encéfalo e no coração dos *Phrynops geoffroanus* da área de predomínio urbano não está associada à hipoproteïnemia, pois os espécimes desta área apresentaram valores sanguíneos de proteínas totais, albumina e globulinas superiores aos espécimes da área agropecuária (Capítulo 7). Um dos fatores que pode ter favorecido a formação destes edemas provavelmente está relacionado a alguns dos poluentes químicos presentes nesta área, pois segundo COELHO (1998), a toxemia é uma das principais causas do aumento da permeabilidade das paredes dos capilares.

Características diferentes foram observadas entre os espécimes das duas subpopulações dos *P. geoffroanus*. Os pulmões apresentaram, em comum, dilatações de alguns alvéolos, contudo, nos exemplares da área urbana, os alvéolos continham formações cartilaginosas, o que deve limitar a distensão destes alvéolos durante a inspiração.

A diferença encontrada nos alvéolos pulmonares deve estar relacionada aos diferentes comportamentos das subpopulações em relação às diferentes condições do habitat. Na área agropecuária, os cágados devem desenvolver maior esforço físico para a procura de alimentos e de locais adequados para o assoalhamento, a dieta deve ser mais diversificada e talvez com menores teores de cálcio. Já os cágados da área urbana, além da possibilidade de o esforço físico ser reduzido, ficam mais tempo expostos à radiação solar, o que, associado a uma provável dieta rica em peixes e dejetos orgânicos, deve favorecer o desenvolvimento das formações cartilaginosas. As diferenças encontradas nos teores de tecido adiposo de reserva, a consistência e coloração dos músculos esqueléticos e as diferentes concentrações de glicogênio hepático entre os cágados das duas subpopulações reforçam estas hipóteses.

Nos *P. geoffroanus*, provavelmente, a maior concentração de pigmentos (hemossiderose) deve estar relacionada à lise normal dos eritrócitos, às alterações nas concentrações da hemoglobina nos eritrócitos (Capítulo 5) ou às doenças hepáticas crônicas, determinando o acúmulo de íons ferro cristalizado (hemossiderina), principalmente nos macrófagos do fígado, do baço e dos pulmões.

Em seres humanos, o aparecimento de hemozoínas, pigmentos resultantes da catabolização anormal da hemoglobina, com aspecto de grânulos com coloração

castanho escuro, resulta da digestão enzimática da hemoglobina pelo *Plasmodium* spp (pigmento palúdico) ou da digestão enzimática da hemoglobina no tubo digestivo do *Schistosoma mansoni* (pigmento esquistossomótico) (VASCONCELOS, 2000). Pigmentos com as mesmas características foram observados nas células de Kupffer no fígado dos *Phrynos geoffroanus* da área urbanizada, também portadores de ovos de trematódeo e/ou larva de helminto no fígado, baço, pâncreas e rim.

Maiores concentrações de hemossiderina, associada a infestações de parasitos e a ocorrência de hemozoína poderiam estar relacionadas aos infiltrados inflamatórios principalmente nos cágados da área de predomínio urbano, onde 33,3% apresentaram granulomas de parasitos no fígado, 16,6% no baço e pâncreas e 33,3% nos rins. Entretanto, espécimes da área agropecuária também apresentaram infiltrados inflamatórios nestes órgãos, mas não foi registrada a presença de cistos, larvas e/ou granulomas.

A incidência e a intensidade dos infiltrados inflamatórios mononucleares observados nos fígados, pâncreas, rins e bexigas dos *P. geoffroanus* podem ter como origem a concentração de poluentes químicos e orgânicos nas áreas, visto que nos exemplares da área agropecuária, os infiltrados inflamatórios foram considerados de discretos a moderados ocorrendo nos fígados, rins e pâncreas. Na área de predomínio urbano, com maiores concentrações de poluentes no rio, os infiltrados inflamatórios apresentaram-se mais acentuados, evoluindo para hiperemia sinusoidal (66,7%) e hepatites (50%), alguns casos de pancreatites focais (83.3%) e pielonefrites focais (100,0%).

Embora nenhum helminto adulto tenha sido encontrado nas necrópsias, a presença de granulomas contendo ovos de trematódeos e de cistos de larvas de helmintos, associados ao pigmento tipo hemozoína, evidenciam a ocorrência de helmintoses, tendo FRYE (1991b) mencionado a ocorrência de trematódeos em Testudinata aquáticos e semi-aquáticos.

Segundo MARCUS (1981), ovos de trematódeos Spirochidae amadurecem nas câmaras do coração e dentro de veias, penetram na parede vascular e se alojam em vários órgãos estimulando a resposta granulomatosa, e que os ovos de *Proparorchis arteriola* provocam formações granulomatosas nos pulmões, baço, pâncreas e em outros órgãos de tartarugas. JOHNSON et al. (1998) observaram em *Trachemys scripta* edema subcutâneo, necrose no fígado e pâncreas e reações granulomatosas em

vários órgãos devido à ocorrência de ovos de *Spirorchis*, e PLATT (2000) encontrou trematódeos Polystomatidae no saco conjuntival de *Chrysemys picta belli*. Estes relatos reforçam o encontro dos granulomas contendo ovos de trematódeo e/ou larvas de helminto nos *Phrynops geoffroanus*.

Relato de hepatite granulomatosa associada com *Hepatozoon* foi constatado nas serpentes *Nerodia fasciata pictiventris* por WOZNIAK et al. (1998), que encontraram numerosos granulomas contendo grupos de um a seis merontes de *Hepatozoon* sp, não tendo mencionado encontro de pigmentos nas análises histológicas. Embora cinco dos seis *P. geoffroanus* necropsiados estivessem com Haemogregarinidae, provável *Haemogregarina* ou *Hepatozoon* (Capítulo 4), em nenhum deles foram encontrados formas de merontes nas análises histológicas dos diversos órgãos, o que descarta a possibilidade de a hepatite ter ocorrido em consequência das infestações dos hematozoários.

As alterações histológicas constatadas em vários órgãos dos *P. geoffroanus* da área de predomínio urbano, associado ao parasitismo por helmintos e por sanguessugas, além do maior índice de parasitismo por hematozoários (Capítulo 4) indicam que os espécimes desta subpopulação foram mais afetados pelas ações antropogênicas na área urbanizada do que na área agrícola. Contudo, o fato de a área urbanizada estar localizada a jusante da área agropecuária, os contaminantes da área urbanizada foram acrescidos dos provenientes da área agropecuária pela correnteza das águas do rio (Capítulo 1).

Comparando-se as médias e os desvios padrão dos dados obtidos para a massa corpórea e o volume de sangue de *Pseudemys scripta elegans* citados por HUTTON (1960), com os encontrados nos *Phrynops geoffroanus*, constatou-se que as fêmeas apresentaram maior massa corpórea e maior volume de sangue do que os machos. As *P. scripta elegans* apresentaram menor massa corpórea (machos:  $520,833 \pm 194,607$  g; fêmeas:  $1415,000 \pm 329,059$  g). Em *T. scripta*, a média dos volumes de sangue dos machos ( $44,917 \pm 7,157$  ml) ficou mais próxima da encontrada para os *P. geoffroanus* da área agropecuária e a das fêmeas ( $78,140 \pm 25,330$  ml) ficou próxima à das fêmeas da área urbanizada. Desprezando-se os dados de uma fêmea de *P. scripta elegans* por ter apresentado valores de volume do sangue (121,2 ml) muito discrepantes em relação às demais, pôde-se verificar que a média para o volume de sangue aproximou-se a das fêmeas dos *P. geoffroanus* da área agropecuária.

Espécies de Testudinata são utilizadas como biomonitores ambientais por serem resistentes aos contaminantes químicos, porém nem todas as espécies mostram resultados satisfatórios nos programas de monitoramento, devido a características específicas, como hábitos alimentares, uso de habitats, idade, sexo e provavelmente a resistência individual de cada animal frente à exposição (MEYERS-SCHÖNE & WALTON, 1994).

Embora não se tenha determinado as concentrações de organoclorados nos *P. geoffroanus*, as duas subpopulações estão expostas a contaminantes químicos provenientes das indústrias, adubações de culturas, defensivos agrícolas e de produtos de uso domissanitários. Tais concentrações associadas a algumas das características químicas como os altos teores de fosfatos e nitritos e à bacteriologia da água do rio, com bactérias patogênicas ou com potencial para patogenicidade (Capítulo 1), podem comprometer a saúde dos *P. geoffroanus*, inclusive vir a afetar a dinâmica da população desta espécie, como mencionado por WILLEMSSEN & HAILEY (2001) ao estudaram os efeitos de herbicidas em *Testudo hermanni* no sul da Grécia.

De acordo com MEYERS-SCHÖNE & WALTON (1994), BONIN et al. (1995) e CREWS, BERGERON, McLACHLAN (2001), vários tipos de organoclorados como o DDT e os PCBs, por exemplo, podem ser transferidos do útero para os ovos das tartarugas. Assim, como é possível detectar nos ovos metais pesados e radionucleicos, as exposições dos Testudinata a estes contaminantes podem afetar não somente os animais expostos como também seus descendentes, o que reforça a hipótese de que as contaminações ambientais podem vir a interferir na dinâmica das populações de Testudinata, inclusive dos *P. geoffroanus* do rio Uberabinha que ficaram expostos a vários tipos de organoclorados, como o DDT (SCHNEIDER, 1996), o PCB, BHC, HCB, PCP, trans-Heptacloro, Endosulfan, Aldrin e Atrazina (Capítulo 1).

Segundo TANGREDI & EVANS (1997), tartarugas expostas a organoclorados incluindo o Clordane e o Endossulfan, mesmo em níveis baixos, podem apresentar efeitos imunossupressivos, provavelmente relacionados às patologias encontradas em *Terrapene carolina carolina* como as infecções oculares, nasais e de ouvidos associadas a bactérias isoladas em culturas e confirmadas pelas infecções crônicas encontradas na histopatologia. Análises toxicológicas dos fígados das tartarugas revelaram elevadas concentrações de metabólitos de Clordane em dois espécimes

doentes além de o fígado de uma terceira tartaruga conter resíduos de Endosulfan-sulfato.

Embora o Endosulfan-sulfato não tenha sido encontrado no sedimento do rio Uberabinha, foram detectados vários organoclorados incluindo o alfa e o beta Endosulfan (Capítulo 1), que talvez possam vir a determinar imunossupressão nos *Phrynops geoffroanus*, como mencionado por TANGREDI & EVANS (1997) para as *Terrapene carolina carolina*, o que, associado às várias espécies de bactérias encontradas nos cágados (Capítulo 3), podem propiciar o aparecimento de diversas doenças.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- APPLEBY, E. C., SILLER, W. G. Some cases of gout in reptiles. **J. Path. Bact.**, v. 80, p. 427-430, 1960.
- BAUAB, F. A., BRITES, V. L. C. Gota úrica visceral em *Phrynos geoffroanus* (Chelonia, Chelidae). In: CONGRESSO CIENTÍFICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, 1, 1992, Uberlândia. **Anais...Uberlândia: UFU, Pró-Reitoria de Ensino, Pesquisa e Extensão**, 1995. p. 250.
- BONIN, J., DESGRANGES, J. L., BISHOP, C. A., RODRIGUE, J., GENDRON, A., ELLIOTT, J. E. Comparative study of contaminants in the mudpuppy (Amphibia) and the common snapping turtle (Reptilia), St. Lawrence River, Canada. **Arch. Environ. Contam. Toxicol.**, v. 28, p.184-194, 1995.
- COELHO, H. E. **Patologia geral veterinária**. Uberlândia: Impresso, 1998. 142 p.
- COOPER, J. E. Physical influences. In: HOFF, G. L., FRYE, F. L., JACOBSON, E. R. **Diseases of amphibians and reptiles**. New York: Plenum, 1984. p. 607-624.
- COWAN, D. F. Diseases of captive reptiles. **J. Amer. Vet. Med. Ass.**, v. 153, n. 7, p. 848-859, 1968.
- CREWS, D., BERGERON, J. M., McLACHLAN, J.A. The role of estrogen in turtle sex determination and the effect of PCBs. **Environ. Health Perspect.**, Washington, v.103 (suppl.7), p.73-77, Oct. 1995. Resumo. Disponível em: <http://ehpnetl.niehs.nih.gov/docs/1995/Suppl-//crews.html>. Acesso em: 28 oct. 2001.
- FRYE, F. L. Nutritional disorders in reptiles. In: HOFF, G. L., FRYE, F. L., JACOBSON, E. R. **Diseases of amphibians and reptiles**. New York: Plenum, 1984. p. 633-660.
- FRYE, F. L. Comparative histology. In: FRYE, F. L. **Biomedical and surgical aspects of captive reptile husbandry**. 2. ed., Florida: Krieger, 1991a. p. 473-511, v. 2.
- FRYE, F. L. Applied clinical nonhemic parasitology of reptiles. In: FRYE, F. L. **Biomedical and surgical aspects of captive reptile husbandry**. 2. ed., Florida: Krieger, 1991b. p. 281-325, v.1.
- FRYE, F. L., DUTRA, F. R. Articular pseudogout in a turtle (*Chrysemys s. elegans*). **Vet. Med. Small Anim. Clin.**, v. 71, n. 5, p. 655-659, 1976.

- GLAZEBROOK, J. S., CAMPBELL, R. S. F., THOMAS, A. T. Studies on an ulcerative stomatitis – obstructive rhinitis – pneumonia disease complex in hatchling and juvenile sea turtles *Chelonia mydas* and *Caretta caretta*. **Dis. Aquat. Org.**, v. 16, n. 2, p. 133-147, 1993.
- HERBST, L. H. Fibropapillomatosis of marine turtles. **An. Rev. Fish Dis.**, v. 4, p. 389-425, 1994.
- HUTTON, K. E. Blood volume, corpuscular constants, and shell weight in turtles. **Am. J. Physiol.**, v. 200, p. 1004-1006, 1960.
- JACOBSON, E. R., MANSELL, J. L., SUNDBERG, J. P., HAJJAR, L., REICHMANN, M. E., EHRHART, L. M., WALSH, M., MURRU, F. Cutaneous fibropapillomas of green turtles (*Chelonia mydas*). **J. Comp. Path.**, v. 101, n. 1, p. 39-52, 1989.
- JOHNSON, C. A., GRIFFITH, J. W., TENORIO, P., HYTREK, S., LANG, C. M. Fatal trematodiasis in research turtles. **Lab. Anim. Sci.**, v. 48, n. 4, p. 340-343, 1998.
- JUNQUEIRA, L. C. U., JUNQUEIRA, L. M. M. S. **Técnicas básicas de citologia e histologia**. São Paulo: Santos, 1983. 123 p.
- KEYMER, I. F. Diseases of chelonians: (1) Necropsy survey of tortoises. **Vet. Rec.**, v. 103, n. 25, p. 548-552, 1978a.
- KEYMER, I. F. Diseases of chelonians: (2) Necropsy survey of terrapins and turtles. **Vet. Rec.**, v.103, n.26/27, p.577-582, 1978b.
- MARCUS, L. C. **Veterinary biology and medicine of captive amphibians and reptiles**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1981. 239 p.
- MEYERS-SCHÖNE, L., WALTON, B. T. Turtles as monitors of chemical contaminants in the environment. **Rev. Environ. Contam. Toxicol.**, v. 135, p. 93-153, 1994.
- PLATT, T. R. Helminth parasites of the western painted turtle, *Chrysemys picta belli* (Gray), including *Neopolystoma elizabethae* n. sp. (Monogenea: Polystomatidae), a parasite of the conjunctival sac. **J. Parasitol.**, v. 86, n. 4, p. 815-818, 2000.
- SCHNEIDER, M. O. **Bacia do rio Uberabinha: uso agrícola do solo e meio ambiente**. 1996. 157 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- TANGREDI, B. P., EVANS, R. H. Organochlorine pesticides associated with ocular, nasal, or otic infection in the eastern box turtle (*Terrapene carolina carolina*). **J. Zoo. Wildl. Med.**, v. 28, n.1, p. 97-100, 1997.
- TROIANO, J. C. **Manejo sanitario de reptiles en cautiverio**. Buenos Aires: Prensa Veterinaria Argentina, 1991. 176 p.



- VASCONCELOS, A. C. **Patologia geral em hipertexto**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais. 2000.  
Disponível em: <<http://www.icb.ufmg.br/pat/apopt.htm>>. Acesso em: 2 out. 2001.
- WALLACH, J. D., BOEVER JUNIOR, W. **Diseases of exotic animals: medical and surgical management**. London: Saunders, 1983. cap. 22. p. 979-1047.
- WALLACH, J. D., HOESSLE, C. Visceral gout in captive reptiles. **J. Amer. Vet. Med. Ass.**, v. 151, n.1, p. 897-899, 1967.
- WILLEMSSEN, R. E., HAILEY, A. Effects of spraying the herbicides 2,4-D and 2,4,5-T on a population of the tortoise *Testudo hermanni* in southern Greece. **Environ. Pollut.**, v. 113, p. 71-78, 2001.
- WOZNIAK, E. J., TELFORD JUNIOR, S. R., DeNARDO, D. F.; McLAUGHLIN, G. L., BUTLER, J. F. Granulomatous hepatitis associated with *Hepatozoon* sp meronts in a southern water snake (*Nerodia fasciata pictiventris*). **J. Zoo. Wildl. Med.**, v. 29, n. 1, p. 68-71, 1998.

## CAPÍTULO 7

### Bioquímica sangüínea de *Phrynops geoffroanus* sob diferentes influências antrópicas no rio Uberabinha, MG



## RESUMO

---

Durante o verão de 2000, os parâmetros bioquímicos do sangue foram analisados em 58 espécimes adultos, aparentemente saudáveis, do cágado *Phrynops geoffroanus* procedentes de duas subpopulações do rio Uberabinha, capturados em dois locais do rio com diferentes usos do solo no entorno, uma área de predomínio agropecuário (12 machos, 14 fêmeas) e outra de predomínio urbano (16 machos, 16 fêmeas). As amostras de sangue foram obtidas por punções do seno retroorbital e cardíaca. Foram utilizadas amostras de sangue total para a determinação do pH, tempo de coagulação e glicemia; plasma sanguíneo para as determinações do tempo de protrombina e fibrinogênio, e amostras de soro do sangue para os demais parâmetros bioquímicos. Utilizando-se técnicas preconizadas na literatura, foram avaliados 36 parâmetros bioquímicos: glicemia, amilase, lipase, alanina aminotransferase, aspartato aminotransferase, fosfatase alcalina, ferro, fosfato, gama glutamil transferase, desidrogenase láctica, bilirrubina, proteínas totais, albumina, globulinas alfa 1, alfa 2, beta e gama, cálcio, sódio, cloro, potássio, magnésio, íon cálcio, pH, creatinina, ácido úrico, uréia, colesterol, HDL, VLDL, LDL, triglicérides, creatina quinase, tempo de protrombina, tempo de coagulação e fibrinogênio. Os dados obtidos foram analisados utilizando-se ANOVA e teste de Tukey com nível de significância de 5%. Comparando-se as duas subpopulações dos *P. geoffroanus*, diferenças estatisticamente significativas foram constatadas em relação à área para 35 parâmetros analisados, sendo que 17 parâmetros (47,22%), além da área, também apresentaram diferenças em relação ao sexo, dois parâmetros (5,56%) apresentaram diferenças entre as áreas e na interação área-sexo e três parâmetros (8,33%) apresentaram diferenças em relação à área, o sexo e na interação área-sexo, e 13 parâmetros (36,11%) apresentaram diferenças somente entre as áreas. As diferentes influências antrópicas a que as duas subpopulações dos *P. geoffroanus* ficaram expostas foram responsáveis por 97,22% das variações nos parâmetros bioquímicos do sangue.

## INTRODUÇÃO

---

As características fisiológicas dos animais estão correlacionadas não só com sua atividade, como também com sua história evolutiva, sendo o sangue um dos melhores tecidos para estabelecer esta correlação (GAUMER & GOODNIGHT, 1957).

A composição química do sangue nos répteis está sujeita a flutuações diferentes em relação às aves e aos mamíferos, ocorrendo rápidas mudanças químicas com a alimentação, variação da temperatura e mergulhos. Mudanças mais graduais e prolongadas ocorrem com o ciclo sazonal, como por exemplo, o animal estando ativo ou em hibernação (MARCUS, 1981).

A determinação dos principais parâmetros bioquímicos do sangue constitui uma ferramenta diagnóstica fundamental para a avaliação direta ou indireta do funcionamento de diferentes órgãos e sistemas orgânicos, uma vez que o sistema sangüíneo cumpre importantes funções como o transporte de gases, nutrientes e eliminação de dejetos metabólicos que resultam destes processos por distintas vias do organismo. A adequada avaliação destes parâmetros é de importância fundamental na determinação precoce de patologias que afetam os animais, pois assegura um rápido e adequado diagnóstico, permite conhecer como ocorre a recuperação de determinada enfermidade, e determina a absorção e excreção de diferentes substâncias (TROIANO, ALTHAUS, MALINSKAS, 1997; TROIANO & SILVA, 1998).

Segundo FRYE (1991), é importante conhecer que alguns, se não todos, os valores químicos e hematológicos em répteis necessitam ser interpretados levando-se em consideração se os animais são de cativeiro, seu estado nutricional, a dinâmica da população e outras variáveis importantes.

O local e a técnica de coleta de amostras de sangue, tipo da amostra (plasma ou soro), o anticoagulante, as técnicas e equipamentos utilizados nas análises podem interferir nos resultados da hematologia e da bioquímica do sangue dos répteis.

GOTTDENKER & JACOBSON (1995), ao compararem as análises hematológicas e as de bioquímica do plasma sangüíneo da tartaruga terrestre *Gopherus agassizii* realizadas com amostras obtidas do plexo venoso pós-occipital e da veia jugular, constataram diferenças significativas para o volume corpuscular médio, número de eritrócitos e de leucócitos, valores de hemoglobina, glicose, potássio,

cloreto, ácido úrico, cálcio, fósforo, proteína total, albumina, fosfatase alcalina, aspartato transaminase, alamina transaminase e colesterol total, tendo atribuído estas diferenças a hemodiluição das amostras da região occipital com fluidos extravascular, linfa ou ambos.

Algumas técnicas necessitam da administração de anestésicos que podem alterar os resultados de alguns parâmetros analisados (TROIANO, 1991).

BOLTEN, JACOBSON, BJORNDAL (1992), ao compararem o efeito da utilização ou não de dois tipos de anticoagulantes (heparina de lítio e heparina de sódio) e de dois tipos de equipamentos de auto-análises (um que utiliza fotômetro de chama e o outro com sistema de eletrodo e troca de íons) nos estudos de bioquímica de sangue da tartaruga marinha *Caretta caretta*, verificaram que os valores para a maioria das análises variaram mais entre os dois tipos de equipamentos de auto-análises do que entre os tratamentos dos anticoagulantes, tendo recomendado o uso de plasma para as determinações bioquímicas.

O presente trabalho teve como objetivo determinar os parâmetros bioquímicos do sangue de duas subpopulações de *Phrynops geoffroanus* do rio Uberabinha visando a estabelecer os intervalos de referência e a verificar se diferentes condições ambientais interferem nos constituintes do sangue e na saúde dos animais.

## MATERIAL E MÉTODOS

---

Foram examinadas amostras de sangue de 58 *Phrynops geoffroanus* procedentes do rio Uberabinha (Capítulos 1 e 2).

As amostras de sangue utilizadas nas análises bioquímicas (4,5 ml) foram obtidas juntamente com as destinadas às análises de hematologia (Capítulo 5), com exceção das alíquotas para a determinação da glicemia e eletroforese.

Dos 4,5 ml de sangue total, separaram-se duas amostras de 0,5 ml, uma sem anticoagulante para a determinação do tempo de coagulação (TC) e outra com adição de citrato de sódio 0,130 mol/L (proporção 9:1) para obtenção de plasma destinado à determinação do tempo de protrombina (TP) e do fibrinogênio. Os 3,5 ml de sangue total restantes foram mantidos em temperatura ambiente para a obtenção do soro utilizado nas demais análises bioquímicas.

*Coagulação do sangue:* Imediatamente após a coleta do sangue por punção cardíaca dos *P. geoffroanus*, determinou-se o pH com medidor de pH La Motte Chemical<sup>®</sup>, utilizando-se o método manual (SECRETARIA DA SAÚDE DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1993) para a determinação do tempo de coagulação, tendo-se substituído o frasco de 13x100 mm por outro de 10x62 mm.

Para as dosagens do fibrinogênio foi utilizado o método Gooldwin (OLIVEIRA LIMA et al.,1992) e para o tempo de protrombina, o método da tromboplastina cálcica contida no kit Soluplastin do laboratório Wiener.

Os valores do Ca<sup>+</sup> foram obtidos por leitura direta em fotômetro AVL 9140 Analyser<sup>®</sup>.

*Glicemia:* As dosagens glicêmicas foram obtidas por leitura direta em Glucômetro Advanced III<sup>®</sup>, sendo as amostras de sangue total coletadas por punção do seno retrorbital.

Após a captura e transporte dos *P. geoffroanus* para o Setor de Répteis-UFU, antecedendo a marcação individual, mensurações e determinação da massa corpórea, obteve-se o valor glicêmico de cada espécime.

Duas semanas depois, realizou-se a curva glicêmica tendo-se coletado cinco amostras de sangue em intervalos de 0, 30, 60, 120,180 e 240 minutos, alternando-se as punções nos septos direito e esquerdo (BAUAB, 1998). O mesmo

procedimento foi adotado após um intervalo de mais duas semanas para a obtenção de nova curva glicêmica com a finalidade de verificar o efeito de epinefrina, com a primeira amostra obtida dez minutos após a aplicação por via intramuscular de epinefrina milesimal CEME na proporção de 0,1 ml / kg peso vivo.

*Eletrólitos:* Os valores dos cloretos foram obtidos por testes bioquímicos de tiocianato com kit da Analisa Diagnóstica<sup>®</sup> em espectrofotômetro Spectronic B&L 88<sup>®</sup> ajustado para 470 nanômetros. O potássio e o sódio foram obtidos por leitura direta em fotômetro AVL 9140 Analyser<sup>®</sup>.

*Eletroforese:* As amostras de sangue dos *Phrynos geoffroanus* foram obtidas pelo método de RILEY (1960). As amostras foram centrifugadas durante 10 minutos em micro centrífuga Duker<sup>®</sup>. O soro obtido foi depositado em alíquotas de 6 µl com micro aplicador Hamilton<sup>™</sup> nos receptáculos dos filmes de Agarose - Celmigel<sup>®</sup>.

O fracionamento das proteínas (albumina e globulinas) foi realizado por eletroforese em equipamento Corning<sup>®</sup> e Tecnow<sup>®</sup> em tampão barbital sódico pH 8.6 EDTA Corning<sup>®</sup>. Os filmes foram corados por 5 minutos em solução corante a 2% de Amido Black 10-B em ácido acético a 5%, retirando-se o excesso de corante por imersões sucessivas em solução descolorante (solução de ácido acético 5%).

Após secagem com ar quente (Mini turbo dryer Melia<sup>®</sup>) e identificação (Permanent marked Sharpie<sup>®</sup>), os filmes foram impressos no Densitômetro Integrado de Eletroforese Argos 7 Tecnow<sup>®</sup> e interpretados em porcentagens na unidade de leitura Argos 8 Tecnow<sup>®</sup>. Os valores em mg/dL foram obtidos multiplicando-se as porcentagens pelos valores das proteínas totais e dividindo-se os resultados por 100.

*Série bioquímica:* Os métodos e os materiais utilizados para as análises bioquímicas constam da Tabela 7.1.

Para cada um dos parâmetros bioquímicos foram calculados as médias e desvios padrão para os machos e para as fêmeas de cada área, tendo-se realizado análise de variância, com nível de significância de 5% para teste de hipótese e teste de médias (teste de Tukey) para verificar as diferenças entre as médias (ZAR, 1999).

**TABELA 7.1** – Amostras de soro, métodos e equipamentos utilizados na realização dos testes bioquímicos.

<b>Teste</b>	<b>método</b>	<b>kits</b>	<b>espectrofotômetro</b>	<b>nanômetros</b>
Ácido úrico (mg/dL)	uricase/POD	Celm	EF Spectronic B&L 88	520
Albumina (mg/dL)	verde bromocresol	Labtest	EF Spectronic B&L 88	630
ALP- Fosfatase alcalina (U/L)	Roy modificado	Labtest	EF Spectronic B&L 88	590
ALT-Alanina aminotransferase (U/L)	Reitman e Frenkel	Celm	EF CELM E-215-D	505
Amilase (U/dL)	Caraway modificado	Labtest	EF Spectronic B&L 88	660
AST- Aspartato aminotransferase(U/L)	Reitman e Frenkel	Celm	EF CELM E-215-D	505
Bilirrubina (mg/dL)	Sims-Hom	Labtest	EF Spectronic B&L 88	525
Calcio (mg/dL)	CPC	Labtest	EF Spectronic B&L 88	570
CK- Creatina Quinase (U/L)	cinético - UV	Analisa Diagnóstica	EF CELM E-215-D	340
Colesterol (mg/dL)	enzimático Trinder	Labtest	EF Spectronic B&L 88	500
Creatinina (mg/dL)	picrato alcalino	Analisa Diagnóstica		510
Ferro (mg/dL)	colorimétrico	Laborlab	EF Spectronic B&L 88	560
Fosfato (mg/dL)	molibdênio	Labtest	EF Spectronic B&L 88	650
GGT-gama glutamil transferase (U/L)	Szasz modificado	Labtest	EF CELM E-215-D	405
HDL colesterol (mg/dL)	enzimático Trinder	Analisa Diagnóstica	EF Spectronic B&L 88	505
LDH Desidrogenase láctica (U/L)	lactato-piruvato	Analisa Diagnóstica	EF CELM E-215-D	500
LDL colesterol (mg/dL)	fórmula Friedewald		.	.
Lipase (UI)	colorimétrico	Bioclin	EF Spectronic B&L 88	410
Magnésio (mg/dL)	Labtest	Labtest	EF Spectronic B&L 88	505
Proteínas totais (mg/dL)	biureto	Labtest	EF Spectronic B&L 88	545
Triglicérides (mg/dL)	enzimático	Laborlab	EF Spectronic B&L 88	505
Uréia (mg/dL)	urease colorimétrico	Analisa Diagnóstica	EF Spectronic B&L 88	600
VLDL colesterol (mg/dL)	fórmula Friedewald	.	.	.



## RESULTADOS

Os resultados das análises dos fatores da coagulação do sangue, pH e eletrólitos estão representados nas Tabelas 7.2 e 7.3.

**Tabela 7. 2** - Médias, desvios padrão e amplitude de variação dos fatores de coagulação, do pH e dos eletrólitos do sangue dos *Phrynosops geoffroanus* das duas áreas do rio Uberabinha.

	Área 1		Área 2	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
Ca <sup>+</sup> (mEq/L)	0,42 ± 0,15 (0,14 - 0,63)	0,58 ± 0,16 (0,38 - 0,82)	1,07 ± 0,18 (0,85 - 1,50)	1,13 ± 0,19 (0,84 - 1,46)
Fibrinogênio (mg/dL)	707,08 ± 62,91 (597,00 - 812,00)	757,42 ± 68,99 (642,00 - 880,00)	524,70 ± 57,08 (414,00 - 609,00)	546,19 ± 17,00 (463,00 - 625,00)
pH	7,31 ± 0,55 (6,52 - 8,26)	7,68 ± 0,57 (6,45 - 8,45)	6,99 ± 0,47 (6,20 - 7,70)	6,81 ± 0,53 (6,20 - 7,96)
Tempo de coagulação (segundos)	11' 25 ± 3' 04 (7' 65 - 15' 64)	12' 30 ± 2' 57 (8' 06 - 15' 64)	29' 56 ± 17' 00 (23' 14 - 48' 34)	31' 94 ± 8' 52 (24' 15 - 52' 13)
Tempo de protrombina (RIN)	1.20 ± 0.18 (1.00 - 1.55)	1.32 ± 0.21 (1.00 - 1.65)	1.64 ± 0.36 (1.08 - 2.46)	2.13 ± 0.98 (1.51 - 4.91)
Cloretos (mEq/L)	104,50 ± 11,51 (81,00-117,00)	105,71 ± 13,06 (75,00-119,00)	129,13 ± 17,14 (103,00-158,00)	146,00 ± 20,02 (119,00-181,00)
Potássio (mEq/L)	3,03 ± 0,86 (1,90-4,30)	3,41 ± 1,21 (1,90-6,20)	7,88 ± 2,46 (4,80-12,50)	8,17 ± 2,70 (4,30-12,50)
Sódio (mEq/L)	114,67 ± 5,68 (105,00-122,00)	114,21 ± 5,12 (105,00-121,00)	128,50 ± 4,80 (119,00-137,00)	129,88 ± 4,60 (122,00-140,00)

**Tabela 7. 3** - Análise de variância (ANOVA para dois fatores: área e sexo), relativa aos fatores de coagulação, ao pH e aos eletrólitos do sangue dos *Phrynosops geoffroanus*.

	Área		Sexo		Área * Sexo	
	F	P	F	P	F	P
Ca <sup>+</sup>	<b>178,799</b>	0,000	<b>5,689</b>	0,020	1,553	0,217
Fibrinogênio	<b>158,852</b>	0,000	<b>5,438</b>	0,023	0,906	0,345
pH	<b>18,267</b>	0,000	0,466	0,497	3,770	0,057
Tempo de coagulação	0,245	0,622	2,960	0,091	0,461	0,499
Tempo de protrombina	<b>17,379</b>	0,000	<b>4,172</b>	0,045	1,539	0,220
Cloreto	<b>57,713</b>	0,000	<b>4,482</b>	0,038	3,359	0,072
Potássio	<b>78,174</b>	0,000	0,395	0,532	0,007	0,930
Sódio	<b>123,573</b>	0,000	0,120	0,729	0,474	0,493

\*Valores de F em negrito: significativo a 5%

Os valores obtidos para os testes relativos à série bioquímica do sangue dos *Phrynosops geoffroanus* estão indicados nas Tabelas 7.4 e 7.5.

**Tabela 7.4-** Médias, desvios padrão e amplitude de variação da série bioquímica dos *Phrynos geoffroanus*.

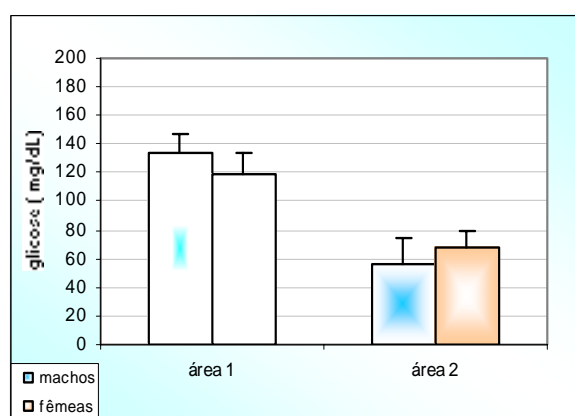
	Área 1		Área 2	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
Amilase (U/dL)	353,92 ± 111,73 (193,00-552,00)	399,07 ± 121,21 (193,00-552,00)	621,63 ± 88,76 (444,00-729,00)	711,75 ± 82,94 (533,00-794,00)
Glicose (mg/dL)	133,90 ± 13,00 (95,00-218,00)	119,14 ± 15,00 (92,00-195,00)	57,00 ± 16,44 (42,00-88,00)	66,75 ± 11,72 (47,00-88,00)
Lipase (UI)	27,75 ± 9,25 (13,00-41,00)	35,36 ± 11,34 (19,00-64,00)	63,94 ± 14,99 (40,00-86,00)	73,63 ± 19,60 (44,00-100,00)
Creatina quinase (U/L)	325,00 ± 53,86 (281,00-427,00)	338,64 ± 45,38 (301,00-427,00)	565,63 ± 107,12 (432,00-888,00)	632,31 ± 68,87 (524,00-748,00)
Colesterol (mg/dL)	186,00 ± 56,25 (103,00-263,00)	213,36 ± 55,51 (103,00-297,00)	453,13 ± 90,17 (320,00-608,00)	468,88 ± 138,96 (320,00-743,00)
HDL (mg/dL)	77,33 ± 17,67 (41,00-103,00)	87,00 ± 18,06 (55,00-119,00)	42,75 ± 12,75 (18,00-64,00)	55,75 ± 20,58 (21,00-90,00)
LDL (mg/dL)	89,33 ± 45,38 (35,00-170,00)	98,21 ± 46,95 (88,00-191,00)	332,13 ± 101,54 (244,00-538,00)	323,56 ± 137,15 (173,00-588,00)
VLDL (mg/dL)	15,00 ± 3,59 (13,00-20,00)	28,14 ± 6,48 (18,00-38,00)	78,25 ± 18,25 (49,00-108,00)	89,56 ± 14,53 (63,00-118,00)
Triglicérides (mg/dL)	75,33 ± 17,75 (50,00-101,00)	140,29 ± 32,63 (88,00-191,00)	390,00 ± 91,16 (244,00-538,00)	447,13 ± 72,77 (313,00-588,00)
ALP (U/L)	26,92 ± 4,58 (21,00-35,00)	26,71 ± 3,99 (21,00-33,00)	52,13 ± 9,64 (35,00-68,00)	63,38 ± 21,42 (32,00-97,00)
ALT (U/L)	18,42 ± 3,29 (13,00-22,00)	17,29 ± 3,50 (11,00-22,00)	31,19 ± 3,79 (25,00-34,00)	34,13 ± 3,46 (28,00-39,00)
AST (U/L)	23,67 ± 1,30 (22,00-26,00)	23,00 ± 2,86 (15,00-27,00)	33,44 ± 3,92 (29,00-45,00)	33,75 ± 2,18 (30,00-37,00)
Bilirrubina (mg/dL)	0,34 ± 0,15 (0,10-0,60)	0,41 ± 0,16 (0,20-0,70)	1,08 ± 0,21 (0,70-1,40)	1,16 ± 0,25 (0,80-1,80)
Ferro (µg/dL)	181,67 ± 55,49 (104,00-268,00)	176,86 ± 45,21 (96,00-272,00)	302,75 ± 59,20 (208,00-388,00)	369,50 ± 46,51 (288,00-448,00)
Gama GT (U/L)	136,17 ± 26,27 (97,00-186,00)	195,36 ± 52,21 (128,00-331,00)	350,25 ± 77,63 (210,00-483,00)	473,50 ± 105,84 (283,00-662,00)
LDH (U/L)	101,17 ± 16,41 (68,00-129,00)	121,07 ± 27,23 (85,00-172,00)	223,00 ± 40,70 (152,00-276,00)	224,01 ± 62,44 (124,00-356,00)
Ácido úrico (mg/dL)	1,71 ± 0,64 (0,50-2,70)	1,99 ± 0,68 (0,90-2,90)	6,41 ± 1,17 (4,30-8,10)	9,32 ± 1,69 (6,80-13,60)
Creatinina (mg/dL)	1,16 ± 0,70 (0,20-2,10)	1,47 ± 0,96 (0,20-3,40)	4,13 ± 1,43 (1,70-7,60)	5,12 ± 2,79 (2,70-13,30)
Fosforo (mg/dL)	1,31 ± 0,54 (0,20-2,00)	2,73 ± 0,35 (2,10-3,30)	4,71 ± 0,81 (3,50-6,40)	6,46 ± 0,98 (5,30-9,30)
Magnésio (mg/dL)	1,46 ± 0,17 (1,10-1,60)	1,66 ± 0,20 (1,30-2,00)	2,02 ± 0,19 (1,80-2,30)	2,59 ± 0,32 (2,00-3,00)
Uréia (mg/dL)	16,70 ± 3,02 (11,50-21,30)	19,19 ± 4,50 (11,50-25,70)	35,62 ± 11,15 (22,10-60,30)	43,21 ± 15,86 (26,60-86,80)
Cálcio (mg/dL)	3,58 ± 1,42 (1,20-5,70)	4,94 ± 1,36 (3,20-7,00)	9,12 ± 1,51 (7,20-12,80)	9,19 ± 2,34 (4,10-12,40)

**Tabela 7.5-** Análises de variância (ANOVA para dois fatores: área, sexo), relativas à série bioquímica do sangue dos *Phrynos geoffroanus*.

	Área		Sexo		Área * Sexo	
	F	P	F	P	F	P
Amilase	<b>118,292</b>	0,000	<b>6,426</b>	0,014	0,710	0,403
Glicose	<b>99,954</b>	0,000	0,150	0,699	3,595	0,063
Lipase	<b>91,096</b>	0,000	<b>4,915</b>	0,03	0,071	0,790
Creatina quinase	<b>182,485</b>	0,000	<b>4,125</b>	0,047	1,798	0,185
Colesterol	<b>108,381</b>	0,000	0,737	0,394	0,053	0,818
HDL	<b>50,809</b>	0,000	<b>6,023</b>	0,017	0,130	0,719
LDL	<b>86,667</b>	0,000	0,000	0,994	0,120	0,730
VLDL	<b>338,962</b>	0,000	<b>13,043</b>	0,000	0,073	0,787
Triglicérides	<b>336,765</b>	0,000	<b>12,992</b>	0,000	0,053	0,818
ALP	<b>84,814</b>	0,000	2,704	0,105	2,906	0,093
ALT	<b>251,102</b>	0,000	0,934	0,337	<b>4,740</b>	0,033
AST	<b>190,980</b>	0,000	0,056	0,812	0,434	0,512
Bilirrubina	<b>199,339</b>	0,000	2,104	0,152	0,043	0,835
Ferro	<b>130,617</b>	0,000	<b>5,091</b>	0,028	<b>6,795</b>	0,011
Gama GT	<b>155,123</b>	0,000	<b>21,310</b>	0,000	2,627	0,110
LDH	<b>59,774</b>	0,000	0,030	0,861	1,690	0,199
Ácido úrico	<b>379,439</b>	0,000	<b>26,693</b>	0,000	<b>18,021</b>	0,000
Creatinina	<b>51,321</b>	0,000	1,980	0,165	0,532	0,468
Fosforo	<b>338,137</b>	0,000	<b>66,551</b>	0,000	0,695	0,407
Magnésio	<b>144,357</b>	0,000	<b>39,360</b>	0,000	<b>8,632</b>	0,004
Uréia	<b>59,279</b>	0,000	3,262	0,076	0,836	0,364
Cálcio	<b>113,624</b>	0,000	2,403	0,126	1,992	0,163

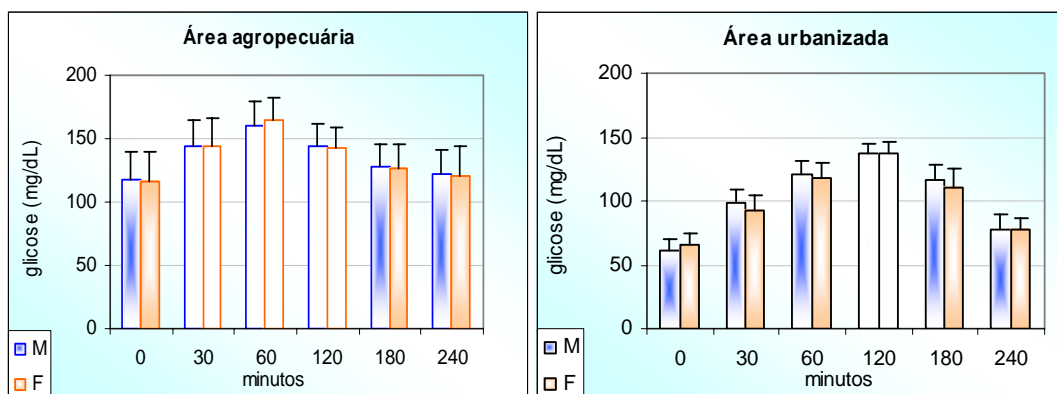
\* Valores de F em negrito: significativo a 5%.

Os valores de glicemia dos *P. geoffroanus* estão representados na Figura 7.1.

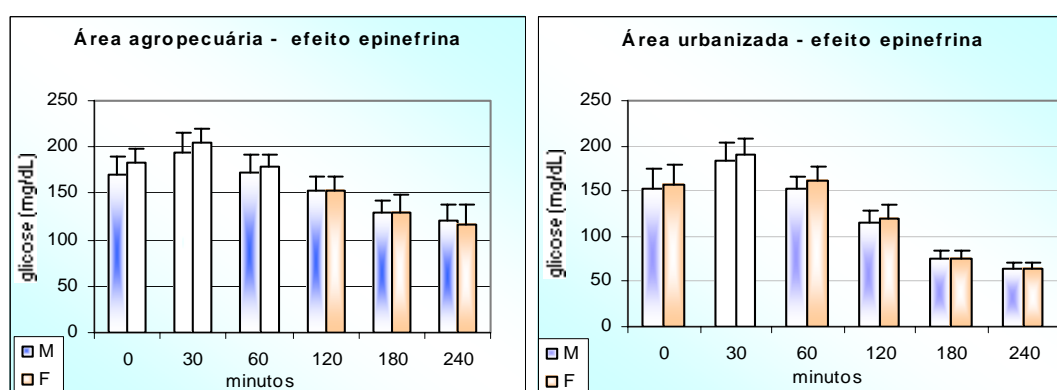


**FIGURA 7.1-** Glicemia dos *Phrynos geoffroanus* obtida após a captura.

Os valores médios correspondentes às curvas glicêmicas realizadas nos *Phrynops geoffroanus* após duas semanas da captura constam da Figura 7.2 e das curvas glicêmicas sob o efeito de epinefrina na Figura 7.3.



**FIGURA 7.2-** Médias e desvios padrão relativos à curva glicêmica padrão realizada nos *Phrynops geoffroanus* após duas semanas de permanência no Setor de Répteis-UFU.



**FIGURA 7.3-** Médias e desvios padrão relativos à curva glicêmica sob efeito de epinefrina realizada nos *Phrynops geoffroanus* duas semanas após a curva glicêmica padrão.

Os valores das proteínas plasmáticas do sangue dos *P. geoffroanus* estão representados nas Tabelas 7.6 e 7.7.

**Tabela 7.6-** Médias, desvios padrão e amplitude de variação das proteínas do sangue dos *Phrynos geoffroanus*.

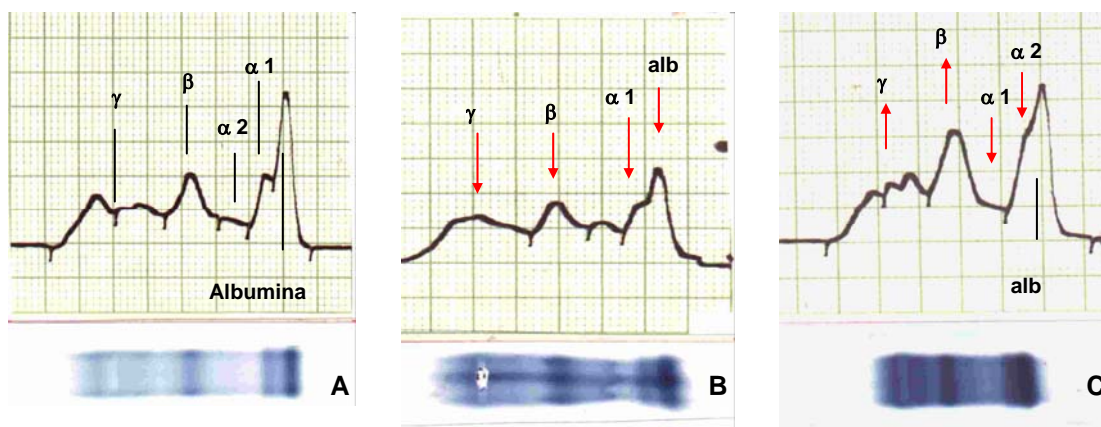
	Área 1		Área 2	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
Proteínas totais	3,41 ± 0,4 (2,70-3,90)	4,82 ± 0,48 (4,30-5,10)	5,87 ± 0,74 (4,90-7,90)	6,59 ± 0,78 (5,20-8,80)
Albumina	1,07 ± 0,21 (0,78-1,36)	1,49 ± 0,22 (1,06-2,02)	1,31 ± 0,22 (0,74-1,74)	1,62 ± 0,24 (1,26-2,29)
α 1	0,35 ± 0,07 (0,20-0,43)	0,53 ± 0,11 (0,31-0,76)	0,57 ± 0,14 (0,20-0,84)	0,64 ± 0,16 (0,48-1,06)
α 2	0,19 ± 0,05 (0,12-0,32)	0,25 ± 0,06 (0,17-0,39)	0,29 ± 0,11 (0,20-0,63)	0,38 ± 0,13 (0,21-0,75)
β	0,92 ± 0,21 (0,70-1,52)	1,31 ± 0,14 (1,18-1,70)	2,19 ± 0,55 (1,40-2,60)	1,90 ± 0,46 (1,20-2,58)
γ	0,86 ± 0,17 (0,65-1,29)	1,26 ± 0,17 (1,01-1,57)	1,50 ± 0,26 (1,10-1,95)	2,07 ± 0,44 (1,32-2,73)

**Tabela 7.7-** Análise de variância (ANOVA para dois fatores: área, sexo), relativa às proteínas do sangue dos *Phrynos geoffroanus*.

	Área		Sexo		Área*Sexo	
	F	P	F	P	F	P
Proteínas totais	<b>143,006</b>	0,000	<b>38,352</b>	0,000	3,516	0,066
Albumina	<b>8,666</b>	0,004	<b>35,799</b>	0,000	0,473	0,494
α 1	<b>21,852</b>	0,000	<b>16,031</b>	0,000	1,876	0,176
α 2	<b>20,370</b>	0,000	<b>7,029</b>	0,010	0,237	0,627
β	<b>75,027</b>	0,000	0,204	0,652	<b>9,912</b>	0,002
γ	<b>88,274</b>	0,000	<b>40,045</b>	0,000	1,401	0,241

\* Valores de F em negrito: significativo a 5%.

A análise dos eletroferogramas mostrou que 83,3% dos machos e 85,7% das fêmeas de *Phrynos geoffroanus* da área agropecuária apresentaram similaridade no traçado do perfil das proteínas plasmáticas (Figura 7.4-A) podendo-se considerar este perfil como o padrão normal para espécimes desta área. Dois padrões distintos de alterações patológicas foram observados nos eletroferogramas de 16,7% dos machos e 14,3% das fêmeas desta área. O perfil eletroforético da Figura 7.4-B é indicativo de pielonefrite e a Figura 7.4-C caracteriza uma pancreatite.

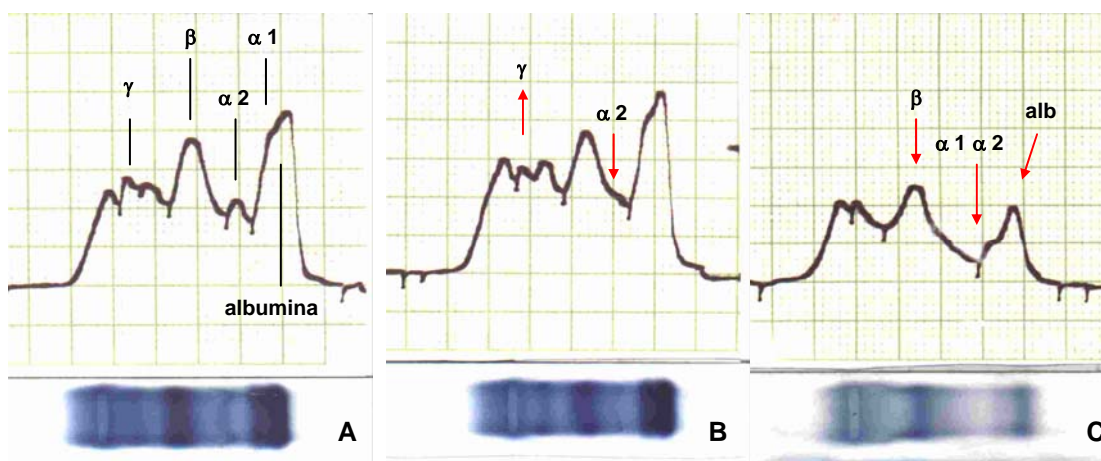


**FIGURA 7.4** – **A**-Eletroferograma padrão para machos e fêmeas de *P. geoffroanus* da área agropecuária. **B**- Perfil eletroforético indicativo de pielonefrite. **C**- Perfil eletroforético característico de pancreatite.

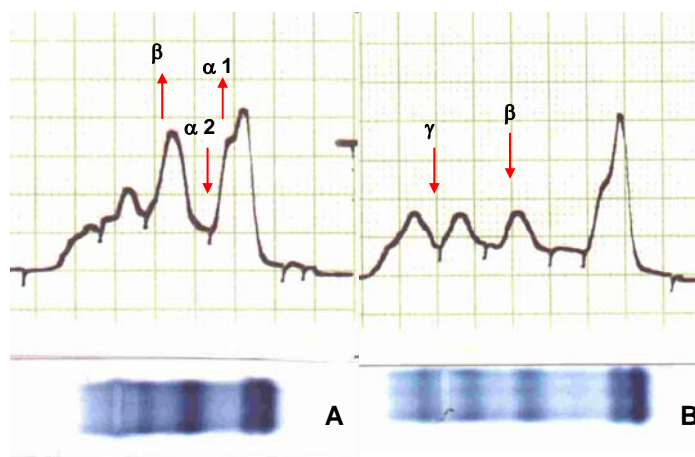
A análise das eletroforeses dos *Phrynops geoffroanus* da área urbanizada mostrou que 40,6% dos espécimes, 6 machos (18,7%) e 7 fêmeas (21,9%), apresentaram perfil de proteínas plasmáticas similares (Figura 7.5-A). Nestes espécimes, também foram verificados os menores valores nos testes de bioquímica clínica, podendo-se padronizar este perfil como normal para os cágados desta área.

Distúrbios funcionais sem características patológicas foram caracterizados pelo perfil eletroforético (Figura 7.5-B), associado a pequenas alterações nos resultados na série da bioquímica clínica em sete espécimes machos (43,8%). Também nesta área, dois machos (12,5%) apresentaram eletroferograma (Figura 7.5-C) indicativo de provável patologia, confirmada pelos achados histopatológicos no fígado e no pâncreas (Capítulo 6).

Nove fêmeas apresentaram alterações nos eletroferogramas formando dois grupos distintos, com características semelhantes, indicando terem ocorrido os mesmos tipos de alterações, porém em níveis diferentes de intensidade (Figura 7.6). Os achados histopatológicos no pulmão, fígado, pâncreas e rins em fêmeas desta área, associado às alterações nos resultados dos exames na série de bioquímica clínica e dos eletroferogramas, sugerem que das 9 fêmeas, 6 (37,5%) apresentavam maior comprometimento das funções pulmonares, hepática, pancreática e renal em relação às outras 3 fêmeas (18,8%).



**FIGURA 7.5-** A- Perfil eletroforético padrão para machos e fêmeas de *Phrynos geoffroanus* da área urbanizada. B- Perfil eletroforético de espécime macho, sugestivo de distúrbios funcionais sem características patológicas. C- Perfil eletroforético de espécime macho, indicativo de alterações hepáticas e pancreáticas.



**FIGURA 7.6-** Perfil eletroforético dos distúrbios funcionais com características de patologia em fêmeas de *P. geoffroanus* da área urbanizada. A- Eletroferograma sugestivo de alterações patológicas de maior intensidade. B- Eletroferograma indicativo de alterações patológicas discretas.

Na análise estatística nenhuma diferença significativa foi constatada para o tempo de coagulação do sangue dos *Phrynos geoffroanus*.

A análise de variância (ANOVA) (Tabelas 7.3, 7.5 e 7.7) revelou diferenças significativas entre áreas, com as respectivas médias (teste de Tukey) para as áreas agropecuária e urbana: colesterol (199,68; 461,00), LDL (93,77; 327,84), AST (23,33; 33,60), ALP (26,82; 57,75), LDH

(111,12; 215,41), bilirrubina (0,37; 1,12), glicose (126,53; 61,88), creatinina (1,31; 4,63), uréia (17,94; 39,41), cálcio (4,26; 9,16), sódio (114,44; 129,19), potássio (3,22; 8,02) e pH (7,49; 6,90).

Diferenças significativas entre áreas (agropecuária, urbana) e entre sexos (machos, fêmeas) com as respectivas médias foram constatadas para: tempo de protrombina (áreas: 1,26 e 1,88; sexos: 1,42 e 1,72), fibrinogênio (áreas: 731,84 e 535,44; sexos: 615,47 e 651,81), fósforo (áreas: 2,02 e 5,58; sexos: 3,01 e 4,59)  $\text{Ca}^+$  (áreas: 0,50 e 1,10; sexos: 0,74 e 0,85), cloreto (áreas: 105,11 e 137,56; sexos: 116,81 e 125,86), proteínas totais (áreas: 4,11 e 6,21; sexos: 4,62 e 5,70), albumina (área: 1,29 e 1,46; sexo: 1,20 e 1,56), alfa 1 (áreas: 0,45 e 0,60; sexo: 0,46 e 0,59), alfa 2 (áreas: 0,22 e 0,33; sexo: 0,24 e 0,31), gama globulina (áreas: 1,05 e 1,78; sexos: 1,17 e 1,65), HDL (áreas: 82,17 e 49,25; sexos: 60,04 e 71,38), VLDL (áreas: 21,57 e 83,91; sexos: 46,63 e 58,85), triglicérides (áreas: 107,81 e 418,56; sexos: 232,67 e 293,71), creatina quinase (áreas: 331,82 e 598,97; sexos: 445,31 e 485,48), gama GT (áreas: 165,76 e 411,88; sexos: 243,21 e 334,43), amilase (áreas: 376,49 e 666,69; sexos: 487,77 e 555,41), lipase (áreas: 31,55 e 68,78; sexos: 45,84 e 54,49).

Diferenças significativas entre áreas e nas interações área-sexo ocorreram para a alanina aminotransferase (ALT) e para a beta globulina, não diferindo entre os sexos para cada uma das áreas, mas dentro do mesmo sexo, o ALT e a beta globulina dos machos foi diferente entre as áreas, e o ALT e a beta globulina das fêmeas não apresentou diferenças entre as áreas. As médias foram: ALT-área agropecuária (machos: 18,42 e fêmeas: 17,29), área urbana (machos: 31,19 e fêmeas: 34,13), beta globulina – área agropecuária (machos: 0,92 e fêmeas: 1,31), área urbana (machos: 2,19 e fêmeas: 1,90).

Diferenças significativas entre áreas, sexos e nas interações área-sexo foram constatadas para o ácido úrico (área agropecuária: machos 1,71; fêmeas 1,99, área urbana: machos 6,41; fêmeas 9,32) ferro (área agropecuária: machos 181,67 e fêmeas 176,86; área urbana: machos 302,75 e fêmeas 369,50) e para o magnésio (área agropecuária: machos 1,46; fêmeas 1,66, área urbana: machos 2,02; fêmeas 2,59).



## DISCUSSÃO

---

A eletroforese, em suas múltiplas formas, constitui excelente método de diagnóstico, quer na determinação de espécies, na diferenciação de subpopulações por imuno-eletroforese ou por separação das proteínas plasmáticas (TOSUNOGLU et al., 1999) ou para a avaliação da atividade geral ou parcial do organismo (BAUAB, 1998), principalmente quando complementada por testes bioquímicos específicos.

Quanto aos testes bioquímicos, HENRY (1996) mencionou que a avaliação geral da saúde pode ser realizada por análise do hemograma, série de lipídios, albumina, desidrogenase láctica, cálcio, bilirrubina total, ácido úrico, proteínas totais, aspartato aminotransferase (AST), fosfatase alcalina e gama glutamil transferase. Entretanto, como as duas subpopulações de *Phrynos geoffroanus* do rio Uberabinha vivem em condições ambientais diferentes, optou-se por avaliá-los pela atividade cardíaca, hepática, pancreática e renal, associando o eletroferograma das proteínas plasmáticas à análise do conjunto de exames. Esta metodologia foi também sugerida por HENRY (1996) para avaliar a atividade de órgãos específicos, corroborada por OLIVEIRA LIMA et al. (1992) que mencionaram a importância do conjunto de exames na avaliação das provas funcionais.

**Coagulação do sangue:** O método usual para a determinação do tempo de coagulação preconizado por Lee e White (OLIVEIRA LIMA et al., 1992) não foi utilizado devido à rápida coagulação do sangue dos *Phrynos geoffroanus*, tendo-se optado pelo método manual de verificação seqüencial (SECRETARIA DA SAÚDE DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1993).

Segundo DESSAUER (1970), as proteínas envolvidas na coagulação do sangue nos répteis parecem ser similares a dos mamíferos, embora suas concentrações possam ser muito diferentes.

O tempo de protrombina é a prova de escolha para a investigação do sistema extrínseco da coagulação sangüínea, permitindo revelar deficiências dos fatores I (fibrinogênio), II (protrombina), V (proacelerina ou fator lábil), VII (proconvertina ou fator estável) e X (fator Stuart ou Stuart-Power) que tomam parte neste sistema (OLIVEIRA LIMA et al., 1992).

O cálcio é essencial no processo da coagulação, e o mecanismo exato pelo qual o cálcio age na coagulação não é conhecido (OLIVEIRA LIMA et al., 1992).

Contudo, segundo LEHNINGER (1991), para ocorrer a conversão do fibrinogênio em fibrina, proteína responsável pela formação do coágulo, é necessário a ação da enzima trombina formada a partir da proteína protrombina, cuja síntese necessita de vitamina K, sendo que a protrombina precisa ligar íons Ca para poder sofrer a ativação em trombina.

Nos *Phrynops geoffroanus* os valores de fibrinogênio foram maiores nos espécimes da área agropecuária enquanto que os íons cálcio foram maiores nos da área urbanizada, ambos, fatores que favorecem a coagulação do sangue. O tempo de protrombina mais prolongado nos cágados da área urbanizada deve estar relacionado com as concentrações mais baixas de fibrinogênio e com as possíveis afecções hepáticas constatadas em alguns espécimes desta área (Capítulo 6), o que poderia justificar os altos valores de íons cálcio no plasma dos cágados desta área, pois segundo OLIVEIRA LIMA et al. (1992), estes são alguns dos fatores que determinam o tempo de protrombina prolongado.

Valor de fibrinogênio superior e inferior ao dos *P. geoffroanus* foi mencionado respectivamente por DESSAUER (1970) para *Testudo graeca* (970 mg/%) e para *Dermochelys coriacea* (120 mg/%).

BRYAN, ASHLEY, LANGDELL (1965), estudando a coagulação do sangue da tartaruga *Chelydra serpentina* e comparando com os de cães normais e hemofílicos, mencionaram que o tempo de coagulação do sangue da tartaruga é longo, embora o nível de fibrinogênio no plasma seja elevado.

O tempo de coagulação do sangue nos *Phrynops geoffroanus* foi muito curto, não corroborando com BRYAN, ASHLEY, LANGDELL (1965) para *Chelydra serpentina*, embora as médias obtidas para o fibrinogênio dos cágados da área agropecuária (em torno de 732 mg/dL) tenham ficado próximas ao valor obtido para *C. serpentina* (800 mg/%).

SAMOUR et al. (1998) não encontraram diferenças significativas na quantidade de fibrinogênio em relação ao sexo em *Chelonia mydas* adulta, como constatado para os *P. geoffroanus* do rio Uberabinha.

Embora estatisticamente não significativo nas duas áreas, o tempo de coagulação foi ligeiramente maior nas fêmeas em relação aos machos, sendo que os exemplares da

área urbanizada apresentaram maior tempo de coagulação. Contudo, o tempo de coagulação obtido para os *P. geoffroanus* foi bem inferior aos obtidos por HUTTON & GOODNIGHT (1957) para *Terrapene carolina carolina* ( $3,4 \pm 2,1$  minutos) e para *Pseudemys scripta elegans* ( $14,0 \pm 8,5$  minutos).

*Potencial hidrogeniônico:* O pH do sangue das tartarugas tende a ter valores mais elevados (mais alcalinos) do que o pH do sangue humano (7,40) e as mudanças acentuadas no pH do sangue dos répteis ocorrem por adaptações fisiológicas, sendo que a elevação da temperatura ou o estado de excitação podem diminuir significativamente o pH (MARCUS, 1981).

A temperatura do corpo é importante no balanço ácido-básico e os aumentos de temperatura conduzem a aumento da tensão de CO<sub>2</sub> e a decréscimo do pH (DESSAUER, 1970; HOWELL et al., 1970).

GATTEN JUNIOR (1975), estudando os efeitos da atividade na saturação de oxigênio, lactato e pH do sangue em *Pseudemys scripta* e *Terrapene ornata* em experimentos realizados a 30°C e a 40°C, verificou que os menores valores do pH do sangue foram obtidos a 40°C e com os animais em atividade, tendo mencionado que o pH do sangue cai com o aumento da atividade provavelmente devido à maior produção de lactato e de CO<sub>2</sub>.

RANDALL, BURGGREN, FRENCH (2000) mencionaram que a 20°C o pH plasmático das tartarugas foi em torno de 7,6. FRISCHE, FAGO, ALTIMIRAS (2000), ao estudarem a resposta respiratória à hipóxia em *Chelydra serpentina*, verificaram que o pH do sangue aumentou significativamente de  $7,50 \pm 0,05$  sob normóxia para  $7,72 \pm 0,03$  sob hipóxia, concluindo que a adaptação respiratória à hipóxia ambiental é essencialmente baseada no aumento da ventilação e no conseqüente aumento do pH.

Os valores do pH do sangue dos *Phrynops geoffroanus* ficaram entre 6,20 a 8,45. As maiores médias foram obtidas nos espécimes da área agropecuária (cerca de 7,50), corroborando com FRISCHE, FAGO, ALTIMIRAS (2000) para *Chelydra serpentina* e estando próximas da média encontrada por CROCKER et al. (2000) para *Chrysemys picta picta* ( $7,84 \pm 0,02$ ). Valores próximos foram citados por FRYE (1991) para *Chelydra serpentina* (7,62), *Sternotherus odoratus* (7,44), *Chrysemys picta* (7,77), *Trachemys scripta* (7,56), *Terrapene carolina* (7,68) e *Chelonia mydas* (7,45). Médias mais elevadas, evidenciando um pH mais alcalino, foram obtidas para *Testudo*

*hermanni* ( $8,08 \pm 0,04$ ), *Emys orbicularis* ( $8,54 \pm 0,06$ ) e para um espécime de *Caretta caretta* (8,25) por PALOMEQUE, SESÉ, PLANAS (1977), e valores próximos a estas médias foram verificados em alguns espécimes de *Phrynops geoffroanus* da área agropecuária.

As menores médias do pH do sangue obtidas nos *P. geoffroanus* da área urbanizada, ligeiramente ácidas, foi provavelmente em consequência da maior temperatura da água do rio Uberabinha nesta área (Capítulo 1), pois segundo DESSAUER (1970), HOWELL et al. (1970) e GATTEN JUNIOR (1975), o pH do sangue diminui com o aumento da temperatura.

**Avaliação da atividade cardíaca:** Avaliando-se os parâmetros da creatina quinase (CK), colesterol total e suas frações HDL, LDL, VLDL e triglicérides pode-se observar a interferência ambiental nos exemplares de *P. geoffroanus* analisados.

*Creatina quinase*, também referida como ATP-creatina-N-fosfotransferase, é uma enzima que cataliza a reação reversível: Fosfocreatina + ADP  $\rightarrow$  creatinina + ATP (PINCUS, ZIMMERMAN, HENRY, 1996), encontrada no miocárdio, nos músculos esqueléticos, no cérebro, pulmão e intestino dos seres humanos (OLIVEIRA LIMA et al., 1992).

A creatina quinase dos *P. geoffroanus* variou de 281 a 888 U/L, tendo apresentado menor variação do que a obtida por RAPHAEL et al. (1994) em *Malacochersus tornieri* (80 a 2155 IU/L) e por ANDERSON, WACK, HATCHER (1997) em *Elseya novaeguineae* (55 a 5644 IU/L). Gama mais moderada de creatina quinase, próxima das obtidas nos *P. geoffroanus*, porém com valores inferiores, foi constatada por TAYLOR JUNIOR & JACOBSON (1982) em *Gopherus polyphemus* (32 a 628 IU/L).

Em *Elseya novaeguineae*, ANDERSON, WACK, HATCHER (1997) verificaram que os valores de creatina quinase, como também os de albumina, potássio e fósforo foram significativamente maiores nas tartarugas mantidas por 30 dias em tanques com temperatura da água a 24,5°C do que quando mantidas a 30,0°C. Embora não estatisticamente significativos, os machos de *E. novaeguineae* apresentaram valores mais altos (99 a 5644 IU/L) do que as fêmeas (53 a 1275 IU/L), não corroborando com os dados obtidos para os *P. geoffroanus*, cujas fêmeas de ambas as

áreas apresentaram valores de creatina quinase superiores aos machos das respectivas áreas.

Segundo OLIVEIRA LIMA et al. (1992), em seres humanos, o aumento da taxa de creatina quinase é observado no enfarte do miocárdio, na distrofia muscular progressiva, na lesão muscular por esmagamento, no acidente vascular cerebral, no tétano, na intoxicação por monóxido de carbono, no hipotireoidismo, na hemofilia grave e na dermatomiosite, e PINCUS, ZIMMERMAN, HENRY (1996) mencionaram que os exercícios físicos também elevam as taxas de creatina quinase.

Maiores taxas de creatina quinase foram verificadas nos espécimes da área urbanizada. Talvez o menor esforço físico dos espécimes desta área observados durante os trabalhos de campo (Introdução geral) associado à musculatura esquelética menos compacta e com coloração menos intensa do que os da área agropecuária verificados nos espécimes necropsiados (Capítulo 6) seja um indício de um processo de alteração muscular, pois segundo OLIVEIRA LIMA et al. (1992), a distrofia muscular pode ser um dos fatores determinantes do aumento da taxa de creatina quinase.

*Cholesterol:* Para os répteis o nível total de lipídios está entre 300 a 1670 mg% (MENON, 1954; IZARD, DETRAIT, BOQUET, 1961).

Nos *Phrynops geoffroanus* os valores de colesterol variaram de 103 a 743 mg/dl, sendo mais elevados que os obtidos para diferentes espécies de tartarugas Emydidae (69 a 480 mg%) citados por JACKSON JUNIOR & LEGENDRE (1967) e por STENROOS & BOWMAN (1968), para *Gopherus polyphemus* (19 a 150 mg/dl) por TAYLOR JUNIOR & JACOBSON (1982), para *Testudo radiata* (60,2 a 153,5 mg/dl) por MARKS & CITINO (1990), para *Caretta caretta* (106 ± 58 mg/dl) por BOLTEN, JACOBSON, BJORNDAL (1992) e para *Gopherus agassizii* (74,21 ± 14,63 mg/dl) por GOTTDENKER & JACOBSON (1995).

Segundo DESSAUER (1970), a gordura total, o colesterol, os ésteres de colesterol e os fosfolipídios são elevados em *Chrysemys* e provavelmente em outros répteis durante o estro, tendo CHAIKOFF & ENTENMAN (1946) relatado que o nível de lipídios (ácidos gordurosos, colesterol e fosfolipídios) está relacionado com a atividade ovariana, sendo que em *Chrysemys picta belli* as fêmeas com intensa atividade ovariana e com evidência de ovulação apresentaram 477 ± 112 mg/100 cc e

as com atividade ovariana e óvulos nos ovidutos apresentaram  $487 \pm 86$  mg/100 cc de lipídios totais, enquanto que os machos apresentaram  $322 \pm 93$  mg/100 cc.

Embora, nos *Phrynops geoffroanus*, a diferença nos teores de colesterol total não tenha sido estatisticamente significativa entre os sexos, foram constatadas diferenças significativas para as frações HDL, VLDL e triglicérides, com as fêmeas apresentando maiores valores, tendo-se verificado várias oviposições durante o período em que os *P. geoffroanus* foram mantidos em cativeiro. Valores de colesterol mais elevados para as fêmeas foram também obtidos para *Elseya novaeguineae* (machos: 55 – 308 mg/dl, fêmeas: 104 – 387 mg/dl) por ANDERSON, WACK, HATCHER (1997), e o nível de lipídios foi similar em ambos os sexos em *Graptemys pseudogeographica* (EMERSON, 1967).

BONNET (1979) verificou pequena variação nos níveis de proteínas e de lipídios no sangue de *Chelonia mydas* alimentadas e em jejum de cinco dias e CHRISTOPHER (1999) verificou uma moderada hipercolesterolemia (24,9 a 92,3 mg/dl) em espécimes de *Gopherus agassizii* com anormalidades físicas incluindo perda de peso, olhos fundos e atrofia muscular.

Os *P. geoffroanus* apresentaram valores de triglicérides variando de 50 a 588 mg/dl, com maiores médias nos espécimes da área urbanizada, e dentro de cada área as médias foram maiores nas fêmeas. Valores de triglicérides inferiores aos obtidos nos *P. geoffroanus* do rio Uberabinha foram constatados por TAYLOR JUNIOR & JACOBSON (1982) para *Gopherus polyphemus* ( $32,1 \pm 16,1$  mg/dl), e média próxima dos machos dos *P. geoffroanus* da área de predomínio agropecuário foi obtida por BOLTEN, JACOBSON, BJORNDAL (1992) para *Caretta caretta* ( $81 \pm 204$  mg/dl).

Provavelmente a maior disponibilidade de alimentos na área urbanizada e baixa atividade física, possivelmente contribuíram para a formação de maiores depósitos de tecido adiposo nos *P. geoffroanus* desta subpopulação, elevando os valores médios das lipoproteínas (colesterol: 58,9% - machos, 54,6% - fêmeas; LDL: 73% - machos e 69,6% - fêmeas; triglicérides: 80,7% - machos e 68,7% - fêmeas).

A avaliação dos parâmetros bioquímicos também indicou que o edema discreto com pequena dissociação das fibras cardíacas observado na histopatologia de 100% dos cágados necropsiados desta área (Capítulo 6), não está associado a alterações

patológicas, podendo provavelmente, ser decorrentes de um processo adaptativo ao meio em que vivem.

**Avaliação da atividade hepática:** os parâmetros utilizados para avaliar a atividade hepática (ALT, ALP, AST, Bilirrubina total, Ferro, Gama GT e LDH) também evidenciaram a influência ambiental sobre as duas subpopulações de *Phrynops geoffroanus*.

Segundo FRÉJAVILLE & KAMOUN (1989), a fosfatase alcalina (ALP) constitui um grupo de enzimas que hidrolisam os ésteres do ácido fosfórico em meio alcalino, sendo sua origem hepática, óssea, intestinal e, secundariamente, renal, placentária e leucocitária, e como mencionado por OLIVEIRA LIMA et al. (1992), no homem, o principal sítio de síntese da fosfatase alcalina são os ossos e sabe-se também que é excretada principalmente pelo fígado, sendo a sua dosagem no sangue utilizada como uma das provas de função hepática.

Nos *P. geoffroanus* o nível de fosfatase alcalina ficou entre 21 a 97 U/L. Valores superiores foram obtidos em *Testudo radiata* (72 - 120 IU/L) por MARKS & CITINO (1990), em *Elseya novaeguineae* (28 - 168 IU/L) por ANDERSON, WACK, HATCHER (1997), em *Gopherus agassizii* com alterações físicas (27 - 243 IU/L) por CHRISTOPHER (1999) e em *Podocnemis expansa* (61 - 201 U/L) por MUNDIM et al. (1999), e valores inferiores foram verificados em *Gopherus polyphemus* (11- 71 U/L) por TAYLOR JUNIOR & JACOBSON (1982).

Médias de fosfatase alcalina superiores às dos *P. geoffroanus* da área agropecuária e inferiores às dos espécimes da área urbanizada foram verificadas em *Gopherus polyphemus* ( $38,9 \pm 3,88$  U/L) por TAYLOR JUNIOR & JACOBSON (1982) e em *Gopherus agassizii* ( $31,71 \pm 3,04$  U/L) por GOOTTDENKER & JACOBSON (1995).

Alguns espécimes de *P. geoffroanus* da área urbanizada apresentaram sinais de hiperatividade funcional das tireóides (Capítulo 6), o que poderia justificar a elevação nos valores da ALP (48% nos machos e em 57,6% nas fêmeas) da área urbanizada, pois segundo OLIVEIRA LIMA et al (1992) a elevação nos valores do ALP está associada a sarcomas, mielomas, distúrbios osteogênicos e principalmente ao hipertireoidismo.

**Aminotransferases ou transaminases:** São enzimas que catalizam a transferência reversível de um grupo alfa-amino de um aminoácido para alfa-cetoácido, com a

formação de novo aminoácido e alfa-cetoácido (OLIVEIRA LIMA et al., 1992). Há duas enzimas importantes nesta categoria: a transaminase glutâmico-pirúvica (ALT, TGP ou SGPT) e a transaminase glutâmica-oxalacética (AST, TGO ou SGOT) (PINCUS & SCHAFFNER, 1996).

Segundo OLIVEIRA LIMA et al. (1992), as transaminases, sobretudo a AST, estão presentes nas bactérias e em todos os tecidos animais, existindo em quantidades mais apreciáveis no miocárdio, fígado, músculos esqueléticos, cérebro, rins e testículos. Assim, qualquer lesão com destruição celular desses tecidos, exceto do cérebro, provoca considerável aumento dessas enzimas no sangue. Como a ALT existe em maior quantidade no hepatócito do que em outros tecidos, o seu aumento, mesmo não sendo maior que o da AST, tem mais significação clínica como sinal de lesão hepática.

A gama de AST nos *Phrynos geoffroanus* (15 a 45 U/L) foi mais restrita e com o valor máximo sendo inferior às verificadas por ROSSKOPF JUNIOR (1982) em *Gopherus agassizii* (10–100 IU/L), por TAYLOR JUNIOR & JACOBSON (1982) em *Gopherus polyphemus* (75-392 U/L), por MARKS & CITINO (1990) em *Testudo radiata* (42-134 IU/L), ANDERSON, WACK, HATCHER (1997) em *Elseya novaeguineae* (26-575 IU/L) e por MUNDIM et al. (1999) em *Podocnemis expansa* (47-527 U/L). Também as médias foram inferiores às obtidas em *Terrapene carolina triunguis* ( $65,22 \pm 16,60$  IU/L) por STURBAUM & BERGMAN (1981), em *Caretta caretta* ( $180 \pm 84$  U/L) por BOLTEN, JACOBSON, BJORNDAL (1992) e em *Gopherus agassizii* ( $58,49 \pm 11,72$  U/L) por GOTTDENKER & JACOBSON (1995).

A gama de ALT dos *P. geoffroanus* ficou entre 11 a 39 U/L, com valores e médias superiores aos obtidos por ANDERSON, WACK, HATCHER (1997) tanto no plasma (0–17 IU/L) quanto no soro (1–18 IU/L) do sangue de *Elseya novaeguineae*, por GOTTDENKER & JACOBSON (1995) em *Gopherus agassizii* ( $6,06 \pm 2,24$  U/L) e por MUNDIM et al. (1999) em *Podocnemis expansa* (0–5 U/L).

STURBAUM & BERGMAN (1981) e TAYLOR JUNIOR & JACOBSON (1982) obtiveram médias similares de ALT nas espécies terrestres *Terrapene carolina triunguis* ( $14,76 \pm 5,5$  IU/L) e *Gopherus polyphemus* ( $14,80 \pm 4,64$  U/L), respectivamente. Em Testudinata estas médias, embora inferiores, foram as mais próximas das obtidas para os *P. geoffroanus* da área agropecuária.



Nos *Phrynops geoffroanus* de cada uma das áreas estudadas o ALT não variou estatisticamente entre os sexos, embora dentro do mesmo sexo apenas nos machos o ALT foi estatisticamente diferente entre as áreas. Também não foi verificada diferença significativa do ALT entre os sexos em *Gopherus polyphemus* por TAYLOR JUNIOR & JACOBSON (1982).

Aumento do nível de AST e de ALT foi verificado em *Terrapene carolina triunguis* durante o estresse por calor, tendo STURBAUM & BERGMAN (1981) sugerido a ocorrência de danos extensivos nos tecidos durante a exposição dos animais a 45°C.

Geralmente, as elevações dos níveis de ALT e AST acompanham as hepatopatias, abscessos pulmonares e envenenamento por derivados de carbono (OLIVEIRA LIMA et al., 1992). A elevação dos níveis do ALT e do AST nos espécimes de *P. geoffroanus* da área urbanizada pode ser multifatorial, considerando-se que nesta área a temperatura da água do rio Uberabinha foi mais elevada (Capítulo 1), os cágados ficaram mais tempo expostos ao sol durante o comportamento de assoalhamento (Introdução geral), apresentaram hepatopatias e granulomas pulmonares (Capítulo 6), e que derivados de carbono podem estar contidos na água do rio (Capítulo 1).

*Bilirrubina:* A bilirrubina se forma no sistema reticuloendotelial, a partir da hemoglobina. No fígado, é conjugada principalmente com o ácido glicurônico, formando, sobretudo diglicuroneto de bilirrubina. É excretada no intestino, onde, pela ação de bactérias, transforma-se em urobilinogênio (OLIVEIRA LIMA et al., 1992).

Os valores de bilirrubina dos *P. geoffroanus* (0,1 a 1,8 mg/dl) foram superiores aos observados por TAYLOR JUNIOR & JACOBSON (1982) em *Gopherus polyphemus* (0,0 – 0,1 mg/dl), por BOLTEN, JACOBSON, BJORNDAL (1992) em *Caretta caretta* (0,02 ± 0,05 mg/dl), por ANDERSON, WACK, HATCHER (1997) em *Elseya novaeguineae* (0,0 – 0,4 mg/dl) e por CHRISTOPHER (1999) em *Gopherus agassizii* (0,0 - 0,1 mg/dl) com anormalidades físicas.

A elevação da bilirrubina em 68,5% dos machos e em 64,6% das fêmeas da área urbanizada, provavelmente deve estar relacionado aos maiores índices de poluentes nesta área, associada a prováveis alterações no fígado (hepatopatias) e ao parasitismo por protozoários evidenciado pela identificação de pigmentos do tipo hemozoína encontrados no fígado e no baço de alguns cágados desta área (Capítulo 6), pois de

acordo com OLIVEIRA LIMA et al. (1992), valores elevados de bilirrubina são observados nas hepatopatias, intoxicações e nas parasitemias por protozoários.

*Ferro:* A hemoglobina, principal componente dos eritrócitos, é uma proteína conjugada que contém íons de ferro (OLIVEIRA LIMA et al., 1992). Segundo WOO & HENRY (1996), o ferro é essencial para os processos vitais, desde o mecanismo da oxidação celular até o transporte de oxigênio para os tecidos, onde pequenas quantidades são absorvidas pelo estômago, embora a maior absorção seja conduzida por células epiteliais no duodeno e jejuno.

Foram constatadas maiores médias de sideremia nos *Phrynos geoffroanus* que os citados por SHEELER & BARBER (1964) para *Pseudemys elegans* (de 31,3 a 35,8 mg/dl) e por CHRISTOPHER et al. (1999) para *Gopherus agassizii* (126 mg/dL).

Os valores de ferro sérico para os *P. geoffroanus* do rio Uberabinha foram estatisticamente diferentes entre os sexos, as áreas e na interação área-sexo e diversos fatores podem ter contribuído para os altos valores de ferro no plasma dos *P. geoffroanus*.

Embora os teores de ferro nas águas do rio Uberabinha não tenham sido dosados, tanto o leito de origem basáltica (Capítulo 1) como a ocorrência de laterita nas margens de diversos córregos e do ribeirão Bom Jardim, constatada durante os trabalhos de campo, liberam óxido de ferro que atinge as águas do rio, o que provavelmente determina altos teores de ferro na água.

Os óxidos ferrosos oriundos da área de predomínio agropecuário, quando carregados pela correnteza para a área urbanizada, provavelmente somam-se aos produzidos por outras fontes, como as tubulações metálicas e depósitos ferrosos presentes na área de predomínio urbano aumentando as concentrações deste elemento nesta área. Esses óxidos, provavelmente enriqueceram os itens da dieta alimentar destes cágados, o que deve ter contribuído para os maiores valores de ferro obtidos nos *P. geoffroanus* desta área quando comparados com os da subpopulação da área de predomínio agropecuário. Portanto, uma das causas que podem ter favorecido as inclusões de pigmentos no fígado dos *P. geoffroanus* (Capítulo 6) e os elevados valores de ferro no plasma, seria o ingresso de ferro diretamente do ambiente por via exógena.

Nos *P. geoffroanus* da área de predomínio urbano, as reações inflamatórias com infiltrados eosinofílicos e infiltrados linfocitários crônicos constatados no estômago e

intestinos (Capítulo 6), provavelmente interferiram no processo de absorção intestinal do ferro, elevando seus teores no plasma e em alguns órgãos.

Também a hiperemia inflamatória sinusoidal, as células de Küpffer hipertróficas e hiperplásicas, as inclusões acentuadas de hemossiderina encontradas no fígado, bem como a presença de pigmentos hemáticos nos pulmões, baço e rins constatados em alguns espécimes dos cágados da área urbana (Capítulo 6), possivelmente estão relacionadas à hemossiderose ou à hemocromatose decorrentes do habitat.

Provavelmente, a maior concentração dos pigmentos (hemossiderose) deve ter origem endógena, pois a lise normal dos eritrócitos, a alteração na concentração da hemoglobina nos eritrócitos (hemocromatose idiopática) ou as doenças hepáticas crônicas determinam o acúmulo de íons de ferro cristalizado denominados de hemossiderina, principalmente nos macrófagos do fígado, baço e pulmões.

O aparecimento de hematinas, pigmentos semelhantes à hemozoina (pigmento malárico) que se acumulam nas células de Küpffer, resultam da digestão enzimática da hemoglobina no tubo digestivo dos trematódeos que são encontrados no baço, fígado e outros órgãos (VASCONCELOS, 2000). O estudo histopatológico evidenciou pigmentos similares nas células de Küpffer de 66% dos exemplares de *P. Geoffroanus* da área urbanizada, portadores de cistos de trematódeos no fígado, baço e pâncreas (Capítulo 6).

*Gama glutamil transferase (GGT)*: É uma enzima que regula o transporte de aminoácidos através das membranas celulares, catalizando a transferência do grupo glutamil para glutatione de um aminoácido livre (PINCUS & SCHAFFNER, 1996).

A gama GT se encontra nos rins, fígado, pâncreas, baço e intestino. Como a ALP, é um indicador da capacidade excretora do fígado, estando significativamente elevada nas doenças obstrutivas da árvore biliar e hepatites (OLIVEIRA LIMA et al., 1992).

Os níveis de gama glutamil transferase dos *Phrynos Geoffroanus* ficaram entre 97 e 662 U/L, com os valores mais elevados nos espécimes com distúrbios ou alterações patológicas (Capítulo 6). Estes valores foram muito superiores aos obtidos em *Podocnemis expansa* (0,0–3,0 U/L) por MUNDIM et al. (1999). Os valores da GGT atribuídos a *P. expansa* provavelmente devem ser devido ao habitat desta espécie, que vive em rios caudalosos e com índices reduzidos de poluentes da região norte do país.

*Desidrogenase láctica (LDH)*: As desidrogenases fazem parte dos sistemas biológicos de oxidação-redução. A desidrogenase láctica atua como substância oxidante, ativando o hidrogênio dos metabólitos e catalisando sua transferência através das coenzimas I e II, para as quais inicialmente transferem o hidrogênio. As desidrogenases são indicadoras de lesão celular (OLIVEIRA LIMA et al., 1992).

Em mamíferos o LDH é amplamente distribuído no organismo, encontrando-se em altas concentrações no fígado, músculos esquelético e cardíaco, rins, hemácias e outros tecidos (PINCUS, ZIMMERMAN, HENRY, 1996).

Nos *Phrynops geoffroanus* os níveis de LDH ficaram entre 68 e 356 U/L, também com maiores valores atribuídos a espécimes portadores de patologias (Capítulo 6), porém apresentando uma gama mais restrita do que a obtida em *Gopherus polyphemus* (17,8 – 909,0 unidades) por TAYLOR JUNIOR & JACOBSON (1982). Valores inferiores foram verificados por ROSSKOPF JUNIOR (1982) em *Gopherus agassizii* (25–250 IU/L) e valores superiores foram citados por MARKS & CITINO (1990) para *Testudo radiata* (213,4 – 591,5 IU/L).

**Avaliação da atividade pancreática** - Os valores de glicose determinado nos *P. geoffroanus* após a captura (42,0–218,0 mg/dl) foram semelhantes aos observados em várias espécies de Testudinata.

Nos *P. geoffroanus* da área urbanizada, médias similares à obtida para os machos (57,00 mg/dl) foram também observadas por ALBERS, SILEO, MULHERN (1986) em machos de *Chelydra serpentina*, tanto para os espécimes procedentes de área contaminada por organoclorados e metais (52,68 mg/dl) como para os da área não contaminada (56,43 mg/dl), como por OVERMANN & KRAJICEK (1995), também em *Chelydra serpentina* procedentes da Área 3 do rio Big (51,47 mg/dl) e em *Testudo radiata* (59,8 mg/dl) por MARKS & CITINO (1990).

Médias próximas das obtidas para as fêmeas (66,75 mg/dl) dos *P. geoffroanus* da mesma área foram verificadas por BONNET (1979) em *Chelonia mydas* (68,00 mg%) submetidas a jejum de cinco dias, por STURBAUM & BERGMAN (1981) em *Terrapene carolina triunguis* (68,64 mg/dl) e por OVERMANN & KRAJICEK (1995) para *Chelydra serpentina* (63,93 mg/dl) procedentes da Área 1 do rio Big.

Quanto aos *P. geoffroanus* da área de predomínio agropecuário, média próxima da glicemia das fêmeas (119,14 mg/dl) foi obtida durante o verão em *Graptemys pseudogeographica* (117,20 mg/dl) por EMERSON (1967).

Valores superiores ao obtido para os machos (133,90 mg/dl) dos *P. geoffroanus* desta mesma área foram verificados por EMERSON (1967) em *Graptemys pseudogeographica* (173,10 mg%) durante o inverno, por PALOMEQUE, SESÉ, PLANAS (1977) para um espécime de *Caretta caretta* (244,00 mg%), por ROSSKOPFF JUNIOR (1982) em *Gopherus agassizii* (30 – 150 mg/dl), por PAGÉS, PEINADO, VISCOR (1992) em *Mauremys caspica leprosa* (143,70 mg/dl) durante o outono e por ANDERSON, WACK, HATCHER (1997) em *Elseya novaeguineae* (52 – 177 mg/dl).

Embora com os valores glicêmicos semelhantes ao de alguns Testudinata, os espécimes de *P. geoffroanus* da área agropecuária diferenciaram-se dos oriundos da área urbanizada por uma elevação média de 56% nos índices glicêmicos. Considerando-se que nas duas áreas, a captura foi conduzida nos mesmos moldes e as amostras de sangue obtidas com técnica e em intervalos de tempo iguais, a diferença entre os índices glicêmicos não pode ser atribuída a um provável estresse da captura e transporte.

Na curva glicêmica realizada em serpentes Pseudoboini saudáveis, os valores médios da glicose aproximaram-se dos valores estabelecidos como padrão para as estas serpentes a partir dos 180 minutos e nas serpentes portadoras de patologias funcionais, a partir de 8 horas, segundo BAUAB (1998); enquanto que nos *P. geoffroanus* a curva glicêmica padrão indicou que os maiores níveis de glicose foram obtidos em 60 e 120 minutos respectivamente para espécimes da área agropecuária e da área urbanizada e que em ambos, os valores médios da glicemia aproximaram-se dos estabelecidos como padrão para estas subpopulações a partir de 240 minutos.

Na curva glicêmica sob efeito de epinefrina, os espécimes de ambas subpopulações apresentaram perfil similar aos da curva glicêmica padrão, com índices mais elevados observados nos primeiros 30 minutos, aproximando-se dos valores da curva padrão nos 240 minutos.

Comparando as curvas glicêmicas padrão e sob efeito da epinefrina pôde-se verificar que as curvas mantiveram perfil similar mesmo tendo sido realizadas em épocas diferentes (duas semanas entre os exames) e com os cágados alojados nos tanques e recebendo alimentação diferente daqueles obtidos na natureza, evidenciando que as diferenças observadas se devem as diferentes condições ambientais das áreas e

não a diferenças de intensidade do estresse entre as subpopulações, mostrando, portanto ser um caráter adaptativo ao meio ambiente em que vivem.

A concentração de glicose no sangue em alguns répteis também pode variar com a sazonalidade (VLADESCU, 1964), fator que não interferiu nas análises dos *P. geoffroanus* por terem sido realizadas durante o verão, inclusive no mesmo mês.

Os maiores valores da glicose nos *P. geoffroanus* da área agropecuária provavelmente estão relacionados à necessidade de realizarem maiores deslocamentos a procura de alimentos e de áreas para assoalhamento, tendo sido avistados poucos exemplares e em raras ocasiões durante os trabalhos de campo, indicando que se deslocavam mais profundamente no rio. É possível que os *P. geoffroanus* desta área tenham utilizado glicólise anaeróbica, o que pode determinar elevação na glicemia como constatado por ROBIN et al.(1964) em *Pseudemys scripta* e por DAW, WENGER, BERNE (1967) em *Chrysemys picta*.

*Amilase:* É uma enzima que hidrolisa o amido dando origem as dextrinas, a maltose e à glicose. A amilase em seres humanos provém do pâncreas ou das glândulas salivares (FRÉJAVILLE & KAMOUN, 1989).

Segundo OLIVEIRA LIMA et al. (1992), em humanos a amilase é elevada na pancreatite aguda, úlcera péptica, parotidite, infecções por alguns tipos de bactérias, protozoários e vírus, carcinoma do pâncreas e na obstrução do canal pancreático ou intestinal. A hipoamilasemia ocorre nas hepatopatias graves, insuficiência cardíaca congestiva, no diabetes e na pneumonia.

Nos *Phrynos geoffroanus* o nível de amilase no soro sangüíneo ficou entre 193,0 a 794,0 U/dL com os exemplares da área urbanizada apresentando valores médios superiores a 43% para ambos os sexos.

*Lipase:* É uma enzima secretada no intestino delgado pelo pâncreas. Hidrolisa os ésteres de glicerol de ácidos graxos de cadeias longas (triacilgliceróis) em diglicerídeos, monoglicerídeos e ácidos graxos livres. Os triacilgliceróis atuam principalmente como lipídios de reserva, podendo ser armazenados em grandes quantidades e produzem por grama mais do dobro de energia do que os carboidratos (LEHNINGER, 1991).

A lipase aumenta na pancreatite aguda e crônica, na obstrução dos ductos pancreáticos por cálculos ou neoplasias (KAO, LIU, ALEXANDER, 1996).

Os valores de lipase nos *Phrynops geoffroanus* ficaram entre 13,0 a 100,0 UI, com elevações de 56% nos machos e 52,7% nas fêmeas da área urbanizada. Entretanto, dois espécimes machos da área agropecuária portadores de pancreatite apresentaram elevados índices de amilase e lipase. A elevação da amilase e da lipase observadas nesta área, provavelmente pode estar relacionada a fatores ambientais, sendo que nenhum valor referente a estas enzimas em Testudinata foi encontrado na literatura.

**Avaliação da atividade renal:** O limite superior da variação do ácido úrico (0,5 –13,6 mg/dl) dos *Phrynops geoffroanus* foi mais elevado do que as obtidas para outros Testudinata, como verificado por HUTTON & GOODNIGHT (1957) em *Terrapene carolina carolina* (1,48–2,28 mg%) e em *Pseudemys scripta elegans* (0,47–1,14 mg%), por TAYLOR JUNIOR & JACOBSON (1982) em *Gopherus polyphemus* (0,9–8,5 mg/dl), por ROSSKOPF JUNIOR (1982) em *Gopherus agassizii* (2,2–9,2 mg/dl), por MARKS & CITINO (1990) em *Testudo radiata* (0,0–0,6 mg/dl), por CHRISTOPHER (1999) em *Gopherus agassizii* (0,8–5,5 mg/dl) com anormalidades físicas e por MUNDIM et al. (1999) em *Podocnemis expansa* (0,1–9,5 mg/dl).

Médias aproximadas das obtidas nos *P. geoffroanus* da área agropecuária (machos: 1,71mg/dl, fêmeas: 1,99 mg/dl) foram verificadas em *Terrapene carolina carolina* (1,75 ± 0,27 mg%) por HUTTON & GOODNIGHT (1957) e em *Podocnemis expansa* (1,50 ± 2,30 mg/dl) por MUNDIM et al. (1999).

Níveis de ácido úrico mais elevados, porém inferiores aos obtidos nos *P. geoffroanus* (machos: 6,41, fêmeas: 9,32) da área urbanizada, foram verificados em *Gopherus polyphemus* (3,48 ± 0,49 mg/dl) por TAYLOR JUNIOR & JACOBSON (1982), em *Mauremys caspica leprosa* durante o outono (4,5 ± 0,8 mg/dl) e no verão (5,0 ± 1,8 mg/dl) por PAGÉS, PEINADO, VISCOR (1992) e em *Gopherus agassizii* (4,82 ± 0,56 mg/dl) por GOTTDENKER & JACOBSON (1995).

**Creatinina:** O limite superior da gama de creatinina nos *P. geoffroanus* (0,2–13,3 mg/dl) foi bem mais elevado do que os observados para outros espécimes de Testudinata, como verificado por HUTTON & GOODNIGHT (1957) em *Pseudemys scripta elegans* (0,24–0,49 mg%), por TAYLOR JUNIOR & JACOBSON (1982) em *Gopherus polyphemus* (0,1–0,4 mg/dl), por ROSSKOPF JUNIOR (1982) em *Gopherus agassizii* (0,1–0,4 mg/dl), por ANDERSON, WACK, HATCHER (1997) em *Elseya novaeguineae* (0,0–0,5 mg/dl) e por MUNDIM et al. (1999) em *Podocnemis expansa*

(0,1–0,6 mg/dl). Limite superior mais elevado, porém menor que o obtido nos *Phrynops geoffroanus* foi verificado em *Terrapene carolina carolina* (0,46 - 2,24 mg%) por HUTTON & GOODNIGHT (1957).

*Uréia:* A gama dos níveis de uréia no sangue dos *Phrynops geoffroanus* (11,5 a 86,8 mg/dl) foi mais restrita, porém com valores compreendidos dentro da gama verificada em *Gopherus polyphemus* (1,0–130,0 mg/dl) por TAYLOR JUNIOR & JACOBSON (1982) e em *Podocnemis expansa* (3,0–94,0 mg/dl) por MUNDIM et al. (1999). Níveis baixos de uréia foram obtidos por HUTTON & GOODNIGHT (1957) em *Pseudemys scripta elegans* (0,0–traço) e em *Terrapene carolina carolina* (0,0–3,21 mg%) e por CHRISTOPHER (1999) em *Gopherus agassizii* (1–7 mg/dl) com anormalidades físicas.

Médias de uréia superiores às obtidas nos *P. geoffroanus* foram verificadas por STURBAUM & BERGMAN (1981) em *Terrapene carolina triunguis* (70,63 ± 17,3 mg/dl) e por PAGÉS, PEINADO, VISCOR (1992) em *Mauremys caspica leprosa*, tanto no verão (64,9 ± 10,4 mg/dl) quanto no outono (56,5 ± 18,7 mg/dl).

OLIVEIRA LIMA et al. (1992) citaram que elevações do ácido úrico podem ser decorrentes de pielonefrites, hiperparatireoidismo e gota; que insuficiência renal e glomerulonefrites também podem elevar os índices de creatinina e da uréia. Entre as prováveis causas dos elevados índices de ácido úrico, creatinina e uréia nos cágados da área urbanizada, estão as pielonefrites focais observadas em 100% dos *P. geoffroanus* necropsiados desta área e a hiperatividade de tireóides também observadas (Capítulo 6). Deve-se considerar que estes animais ingerem maiores quantidades de proteínas, sais de cálcio, fosfatos e outros elementos também indicados como responsáveis pela elevação dos valores de ácido úrico, tendo BAUAB & BRITES (1995) relatado um caso de gota úrica visceral em *P. geoffroanus* procedente do rio Uberabinha e mantido no zoológico do Parque do Sabiá em Uberlândia.

HENRY (1996) mencionou a importância do fósforo, do magnésio e do cálcio na atividade renal.

Nos *P. geoffroanus* a fosfatemia variou significativamente em relação ao sexo e entre as duas subpopulações do rio Uberabinha. As fêmeas de *P. geoffroanus* da área de predomínio agropecuário apresentaram valores de fósforo plasmático duas vezes superior aos encontrados nos machos, aproximando-se dos citados para *Elsya*



*novaeguineae* (3,6 mg/dL) por ANDERSON, WACK, HATCHER (1997) e para *Gopherus agassizi* (2,07 e 2,13 mg/dL) por TAYLOR JUNIOR & JACOBSON (1982) e GOTTDENKER & JACOBSON (1995). Os machos de *Phrynos geoffroanus* da área urbanizada apresentaram valores de fósforo plasmático 72,2 % maiores que os machos da área agropecuária, sendo que nas fêmeas, os valores foram superiores em 42,3%.

De acordo com WOO & HENRY (1996), a irradiação excessiva de ultravioleta, acidose, insuficiência renal crônica, hipo e hipertireoidismo são fatores determinantes da elevação nos valores dos fosfatos.

As fêmeas de *P. geoffroanus* de ambas as áreas apresentaram maior porte em relação aos machos (Capítulo 2), assim como valores mais elevados de fósforo no sangue. O maior tamanho das fêmeas oferece maior área para exposição solar durante o assoalhamento, conseqüentemente, maior absorção de raios ultravioleta, um dos fatores determinantes da hiperfosfatemia como mencionado por WOO & HENRY (1996), sendo provavelmente um dos fatores que devem ter contribuído para os valores mais elevados do fósforo no sangue das fêmeas.

Maiores teores de fosfato nos *P. geoffroanus* da área urbanizada podem ter sido decorrentes de diversos fatores, como o elevado nível de fosfato na água, a alimentação provavelmente mais rica em fosfato (peixes etc) e as melhores condições para assoalhamento (Capítulo 1). As características ambientais da área de predomínio urbano também podem ter interferido na atividade da tireóide e na função renal, o que provavelmente determinou as alterações da tireóide (hiperfunção) e as pielonefrites focais observadas no estudo histopatológico comparativo nos *P. geoffroanus* desta área (Capítulo 6).

*Magnésio:* A maior parte da concentração do magnésio no sangue está em forma ionizável, com 20 a 30% ligados à proteína. A hipomagnesemia ocorre na síndrome da má absorção, diarreias, insuficiência pancreática, e a hipercalemia é registrada na insuficiência renal (OLIVEIRA LIMA et al.,1992).

Índices próximos aos de magnésio encontrados nos *P. geoffroanus* da área agropecuária foram registrados em *Kinosternon subrubrum* (1,0 mg/dl), *Trionys spiniferus* (1,5 mg/dL) e *Lepidochelys olivacea* (1,4 mg/dL) por DESSAUER (1970). Este autor também encontrou índices mais elevados em *Chelydra serpentina*

(2,7 mg/dL), em *Emydoidea blandingii* (2,1 mg/dL) e em *Pseudemys scripta* (2,2 mg/dL) como os verificados nos *Phrynops geoffroanus* da área urbanizada.

De acordo com PAGÉS, PEINADO, VISCOR (1992) a sazonalidade interferiu nos índices de magnésio, encontrado em *Mauremys caspica leprosa* (1,1 mg/dL no verão e 3,04 mg/dL no outono). Embora os índices de magnésio dos *P. geoffroanus* tenham sido estatisticamente diferentes entre as áreas, o sexo, ocorrendo interação entre a área e o sexo, aparentemente estes índices seguem os padrões observados em outros Testudinata.

*Cálcio:* Segundo OLIVEIRA LIMA et al. (1992), o cálcio está presente no sangue em duas frações, a ionizada, biologicamente ativa, e a não ionizada, combinada a proteínas, especialmente à albumina.

Considerando a população dos *P. geoffroanus* do rio Uberabinha, a gama de cálcio (1,20 a 12,80 mg/dl) apresentou os valores extremos inferiores aos relatados para outras espécies de tartarugas dulcícolas como verificado por ANDERSON, WACK, HATCHER (1997) em *Elseya novaeguineae* (9,6–22,3 mg/dl), por MUNDIM et al. (1999) em *Podocnemis expansa* (6,9–12,7 mg/dl), e nas espécies terrestres *Gopherus agassizii* (9,0–17,0 mg/dl) por ROSSKOPF JUNIOR (1982), *Gopherus polyphemus* (9,7–14,4 mg/dl) por TAYLOR JUNIOR & JACOBSON (1982) e *Geochelone gigantea* (6,3–18,5 mg/dl) por GHEBREMESKEL et al. (1991).

O limite inferior da gama de valores do cálcio dos *P. geoffroanus* ficou próximo ao obtido em *Chelonia mydas* (1,6 mg/dl) por BOLTEN, JACOBSON, BJORN DAL (1992). A média de cálcio dos machos dos *P. geoffroanus* da área agropecuária ficou próxima à de *Mauremys caspica leprosa* ( $3,53 \pm 0,29$  mg/dl) analisada também durante o verão por PAGÉS, PEINADO, VISCOR (1992), e as médias tanto dos machos como das fêmeas dos *P. geoffroanus* da área urbanizada foram similares às obtidas em *Geochelone gigantea* ( $9,30 \pm 2,59$  mg/dl) por GHEBREMESKEL et al. (1991), em *Gopherus agassizii* ( $9,98 \pm 0,35$  mg/dl) por GOTTDENKER & JACOBSON (1995) e em *Podocnemis expansa* ( $9,25 \pm 1,40$  mg/dl) por MUNDIM et al. (1999). Os valores elevados de cálcio nos cágados da área urbanizada provavelmente podem ser decorrentes da alimentação, como também podem ter sido influenciados pela hiperfunção da tireóide, pois como mencionado por OLIVEIRA LIMA et al. (1992), a hiperfunção da tireóide e a hipervitaminose A e D podem elevar os teores de cálcio.

**Avaliação dos eletrólitos** - Os valores dos cloretos, potássio e sódio encontrados nos *Phrynops geoffroanus* da área agropecuária são próximos aos citados por DESSAUER (1970) para espécies de Testudinata dulcícolas, como *Chelydra serpentina*, *Kinosternon subrubrum*, *Sternotherus odoratus*, *Crysemys picta*, *Emys orbicularis*, *Graptemys geographica*, *Pseudemys scripta*. Valores similares foram registrados para *Malaclemys terrapin* por ROBINSON & DUNSON (1976) e em *Testudo radiata* por MARKS & CITINO (1990). Valores mais elevados nos índices de potássio, porém inferiores aos dos *Phrynops geoffroanus* da área urbanizada foram citados por DESSAUER (1970) para *Lepdochelys olivacea*, *Testudo graeca* e *Trionyx spiniferus*.

De acordo com OLIVEIRA LIMA et al. (1992), a hiperclorêmia pode ocorrer nos distúrbios renais. Provavelmente, a elevação dos índices da clorêmia (19% nos machos 27,4% nas fêmeas) do potássio (62% nos machos e 58,4% nas fêmeas) e do sódio (10,5% nos machos e 12,3% nas fêmeas) nos *P. geoffroanus* da área urbanizada pode estar relacionada com as pielonefrites observadas nestes espécimes (Capítulo 6).

**Eletroforese de proteínas** - A gama de proteínas totais do plasma de répteis é de 3 a 7 g/dl e inclui a albumina, as globulinas, as lipoproteínas, enzimas e os vários componentes do sistema de coagulação do sangue (MARCUS, 1981).

As médias de proteínas totais dos *P. geoffroanus* ficaram dentro da gama mencionada por MARCUS (1981), com os espécimes da área agropecuária apresentando médias mais próximas das obtidas para outras tartarugas, como para *Testudo hermanni* (3,10 mg/dl) e *Terrapene ornata* (4,50 mg/dl) por DE SMET (1978), para *Testudo radiata* (3,97±0,45 mg/dl) por MARKS & CITINO (1990) e para *Gopherus agassizii* (3,61±0,21 g/dl) por GOTTDENKER & JACOBSON (1995).

Nos *P. geoffroanus* as proteínas totais ficaram entre 2,70 a 8,88 mg/dl. Valores acima de 7 mg/dl foram obtidos em *Elseya novaeguineae* (1,5 a 7,9 mg/dl) por ANDERSON, WACK, HATCHER (1997).

Alguns espécimes de *P. geoffroanus* apresentaram valores de proteínas totais ligeiramente inferiores a 3,0 mg/dl. Gamas contendo valores inferiores foram encontrados para *Gopherus agassizii* (2,2 a 5,0 e 1,5 a 5,2 mg/dl) por ROSSKOPF JUNIOR (1982) e por CHRISTOPHER (1999), respectivamente e para *Elseya novaeguineae* (1,5 a 7,9 mg/dl) por ANDERSON, WACK, HATCHER (1997).

As proteínas totais do sangue dos *Phrynos geoffroanus* apresentaram variações relacionadas às áreas e aos sexos. Os maiores valores para os espécimes da área urbanizada, provavelmente estão relacionados às características desta área que parece oferecer maior disponibilidade de alimentos ricos em proteínas, sendo também uma área mais contaminada, corroborando com os altos valores obtidos por ALBERS, SILEO, MULHERN (1986) nas *Chelydra serpentina* capturadas em área contaminada por organoclorados e metais. Os maiores valores verificados nas fêmeas de *P. geoffroanus* de ambas as áreas não corroboraram com os obtidos pelos mesmos autores para as *C. serpentina* com os machos apresentando maiores valores.

*Albuminas:* Em seres humanos a albumina é sintetizada no fígado e representa importante papel na manutenção da pressão osmótica devido a seu peso molecular relativamente baixo (OLIVEIRA LIMA et al., 1992).

Segundo DESSAUER (1970), o plasma de répteis de todos os maiores grupos contém uma proteína com propriedades análogas a albumina humana, com baixo peso molecular, sendo uma proteína hidrofílica de relativamente alta carga, sendo que as tartarugas de água doce geralmente têm baixas concentrações de albumina.

Os valores de albumina nos *P. geoffroanus* variaram de 0,60 a 2,60 mg/dl, com médias compreendidas entre 1,28 a 1,87 mg/dl, com as maiores médias na subpopulação da área urbanizada. Também ALBERS, SILEO, MULHERN (1986) constataram valores mais altos de albumina para as *Chelydra serpentina* capturadas em áreas contaminadas com organoclorados e metais em New Jersey (machos: 0,94 mg/dl, fêmeas: 1,03 mg/dl em uma área e para os machos: 1,48 mg/dl em outra área), quando comparadas com as de Maryland (machos: 0,74 mg/dl, fêmeas: 1,22 mg/dl) capturadas em área não contaminada.

Valores de albumina próximos da gama de variação obtida nos *P. geoffroanus* foram verificados para *Gopherus polyphemus* (0,50–2,60 g/dl) por TAYLOR JUNIOR & JACOBSON (1982) e para *Gopherus agassizii* (0,60–2,22 g/dl) por CHRISTOPHER (1999), tendo COHEN (1954) mencionado valores de albumina no soro de 0,65 a 1,60 g/dl em *Chelydra serpentina*, 0,50 g/dl em *Chrysemys elegans*, 1,40 g/dl em *Clemmys marmorata*, 0,50 g/dl em *Testudo* spp, 1,42 g/dl em *Dermochelys coriacea* e 0,65 g/dl em *Caretta caretta*.

Os valores de albumina dos *Phrynops geoffroanus* do rio Uberabinha, independente das variações relacionadas ao sexo e as áreas, também podem ter variado em consequência de distúrbios fisiológicos e de alterações patológicas, demonstrados pelos eletroferogramas, pois como citado por OLIVEIRA LIMA et al. (1992) a hipoalbuminúria é observada na síndrome nefrótica, nas hepatopatias, nos distúrbios da glicose e da tireóide. Reduções na albumina em até 20% foram observadas nos espécimes da área agropecuária e em até 32% em espécimes da área urbanizada portadores de distúrbios e alterações patológicas como constatado nas histopatologas (Capítulo 6).

*Globulinas:* Valores de globulinas nos *P. geoffroanus*, compreendendo todos os seus componentes, variaram de 0,09 a 2,58 mg/dl. Os menores valores foram verificados para  $\alpha 2$ ,  $\alpha 1$  e  $\beta$  globulina respectivamente, com uma faixa mais estreita de variação do que as verificadas para as gama globulinas. Todos os componentes apresentaram diferenças estatisticamente significativas em relação às áreas com os maiores valores na subpopulação da área urbanizada, constatando-se diferença significativa em relação ao sexo para a gama globulina.

Médias de globulinas superiores, porém dentro da gama das obtidas para os *P. geoffroanus*, foram constatadas para *Gopherus agassizii* ( $2,48 \pm 0,14$  g/dl) por GOTTDENKER & JACOBSON (1995) e por CHRISTOPHER (1999) com a gama variando de 0,9 a 3,0 g/dl para a mesma espécie de Testudinata.

COHEN & STICKLER (1958), ao estudarem as proteínas do soro em três espécimes de *Chelydra serpentina*, detectaram valores de 2,03 g/dl para  $\alpha$  globulinas e de 0,17 g/dl para as outras globulinas.

Geralmente, a  $\alpha$  globulina encontra-se elevada nos processos inflamatórios e danos teciduais. As globulinas  $\alpha 1$  encontram-se reduzida no enfisema pulmonar e as globulinas  $\alpha 2$  e  $\beta$  elevam-se na síndrome nefrótica, alterações hepáticas e hipertireoidismo. Elevação da  $\beta$  globulina pode ocorrer na infecção por protozoários, com também a  $\gamma$  globulina, que além de indicar doenças parasitárias e infecções bacterianas, representa importante papel na esfera da imunologia e hipersensibilidade (OLIVEIRA LIMA et al., 1992).

Quatro dos espécimes de *P. geoffroanus* da área agropecuária apresentaram alterações histopatológicas no pâncreas e nos rins (Capítulo 6) e valores em alguns exames da série bioquímica acima das médias obtidas para esta subpopulação, o que

provavelmente se deve a distúrbios funcionais destes órgãos, determinando alterações nas eletroforeses das proteínas do sangue, tendo ocorrido decréscimo em torno de 20% nos valores médios de albumina, 14,3% nas globulinas  $\alpha$  1 e de 19% nas globulinas  $\alpha$  2, com elevação em até 19% nas globulinas  $\beta$  e  $\gamma$ .

Espécimes de *Phrynops geoffroanus* da área urbanizada que apresentaram em alguns dos testes da série bioquímica valores acima da média obtida para esta subpopulação e alterações histopatológicas diversas nos pulmões, fígado, pâncreas e/ou rins (Capítulo 6), também apresentaram alterações na eletroforese das proteínas do sangue com índices de albumina reduzidos em até 30%, as globulinas  $\alpha$ 1 e  $\alpha$  2 de 4% a 55%, as gama globulinas em até 27% e as beta globulinas elevaram-se entre 29% a 34%.

Embora tenham sido realizadas comparações da hematologia (Capítulo 5) e da bioquímica sangüínea dos *P. geoffroanus* com várias espécies de Testudinata relatados na literatura (principalmente de regiões temperadas), estas comparações tornam-se complexas devido à variedade de ecossistemas e de habitats ocupados, à diversidade nos hábitos alimentares e na dieta, como também à grande variedade de fatores que podem influenciar os parâmetros sangüíneos como a idade, tamanho, sexo, período reprodutivo, estresse, estado nutricional, atividade ou hibernação, parasitismo, patologias, locais e técnicas de coleta de amostras de sangue e as técnicas laboratoriais utilizadas.

A maioria dos trabalhos comparativos entre populações ou subpopulações de tartarugas relacionados à poluição trata de análises de concentrações de organoclorados em órgãos, carapaça e/ou ovos e não contém informações sobre parâmetros sangüíneos, nem sobre as concentrações de contaminantes específicos do ambiente abiótico, tendo MEYER-SCHÖNE & WALTON (1994) mencionado que poucos estudos foram publicados sobre as respostas de tecidos e de bioquímica específica de tartarugas frente a perturbações físicas e químicas no ambiente natural.

Pesquisas comparativas envolvendo análises de sangue e concentrações de organoclorados e/ou metais pesados em tartarugas capturadas em áreas com diferentes graus de poluição foram realizadas com *Chelydra serpentina* por ALBERS, SILEO, MULHERN (1986) e por OVERMANN & KRAJICEK (1995), que não constataram correlações entre os parâmetros sangüíneos e a concentração de

organoclorados e /ou metais pesados, indicando que as características do sangue não devem ser utilizadas como indicadoras de exposição por contaminantes químicos.

Recentemente CHRISTOPHER et al. (1999), ao analisarem a massa corpórea, comprimento da carapaça e 41 parâmetros sanguíneos de *Gopherus agassizii* procedentes de três áreas do deserto de Mojave (Califórnia), verificaram que as diferenças em relação aos locais de captura foram mínimas, estando relacionadas às variações de precipitação.

Os resultados obtidos com os *Phrynos geoffroanus* do rio Uberabinha expostos a ambientes com diferentes características físicas e químicas, tipos e concentrações de contaminantes refletidos na maioria dos parâmetros sanguíneos não corroboraram com os trabalhos de ALBERS, SILEO, MULHERN (1986), OVERMANN & KRAJICEK (1995) e de CHRISTOPHER et al. (1999).

Os resultados deste estudo certamente deverão contribuir para o conhecimento da hematologia (Capítulo 5), histopatologia (Capítulo 6) e bioquímica clínica do cágado *P. geoffroanus* e, provavelmente, constituirão uma importante base de dados aos veterinários, biólogos e pesquisadores na avaliação dos aspectos médico-veterinários e ecológicos associados à sobrevivência das tartarugas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- ALBERS, P. H., SILEO, L., MULHERN, B. M. Effects of environmental contaminants on snapping turtles of a tidal wetland. **Arch. Environ. Contam. Toxicol.**, v. 15, p. 39-49, 1986.
- ANDERSON, N. L., WACK, R. F., HATCHER, R. Hematology and clinical chemistry reference ranges for clinically normal, captive new guinea snapping turtle (*Elseya novaeguineae*) and the effects of temperature, sex, and sample type. **J. Zoo. Wild. Med.**, v. 28, n. 4, p. 394-403, 1997.
- BAUAB, F. A. **Snakes' sin wounds and integumentary disorders caused by environmental microorganisms: diagnosis, physiopathology and microbiologic features**, 1998. 123 p. Dissertation (Doctorate in Immuno-pathology) - Pacific Western University.
- BAUAB, F. A., BRITES, V. L. C. Gota úrica visceral em *Phrynops geoffroanus* (Chelonia, Chelidae). In: CONGRESSO CIENTÍFICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, 1, 1992, Uberlândia. **Anais...Uberlândia: UFU, Pró-Reitoria de Ensino, Pesquisa e Extensão**, 1995. p. 250.
- BOLTEN, A. B., JACOBSON, E. R., BJORNDAL, K. A. Effects of anticoagulant and autoanalyses on blood biochemical values of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). **Am. J. Vet. Res.**, v. 53, n. 12, p. 2224-2227, 1992.
- BONNET, B. Influence of the nutritional conditions on the organic composition of blood and urine in the juvenile sea turtle *Chelonia mydas*. **L. Aquaculture**, v. 16, p. 253-260, 1979.
- BRYAN, F. T., ASHLEY, G. N., LANGDELL, R. D. Studies of coagulation of the snapping turtle. **Federation Proceedings**, v. 14, p. 236, 1965.
- CHAIKOFF, I. L., ENTENMAN, C. The lipides of blood, liver, and egg yolk of the turtle. **J. Biol. Chem.**, v. 166, p. 683-689, 1946.
- CHRISTOPHER, M. M. Physical and biochemical abnormalities associated with prolonged entrapment in a desert tortoise. **J. Wildl. Dis.**, v. 35, n.2, p. 361-366, 1999.
- CHRISTOPHER, M. M., BERRY, K. H., WALLIS, I. R., NAGY, K. A., HENEN, B. T., PETERSON, C. C. Reference intervals and physiologic alterations in hematologic and biochemical values of free-ranging desert tortoises in the Mojave Desert. **J. Wildl. Dis.**, v. 35, n. 2, p. 212-238, 1999.
- COHEN, E. A comparison of the total protein and albumin content of the blood sera of some reptiles. **Science**, v. 119, p. 98-99, 1954.
- COHEN, E., STICKLER, G. B. Absence of albuminlike serum proteins in turtles. **Science**, v. 127, p. 1392, 1958.



- CROCKER, C. E., FELDMAN, R. A., ULTSCH, G. R., JACKSON, D. C. Overwintering behavior and physiology of eastern painted turtles (*Chrysemys picta picta*) in Rhode Island. **Can. J. Zool. Rev. Can. Zool.**, v. 78, n. 6, p. 936-942. 2000.
- DAW, J. C., WENGER, D. P., BERNE, R. M. Relationship between cardiac glycogen and tolerance to anoxia in the Western painted turtle, *Crysemys picta belli*. **Comp. Biochem. Physiol.** v. 22, p. 69-73, 1967.
- DE SMET, W. H. O. Study of the serum albumin and globulin of the vertebrates. **Acta Zool. Et. Path. Antverpiensa**, v. 70, p. 57-83, 1978.
- DESSAUER, H. C. Blood chemistry of reptiles: Physiological and evolutionary aspects. In: GANS, C.; PARSONS, T. S. **Biology of the reptilia**. London: Academic Press, 1970. cap. 1. p. 1-72.
- EMERSON, D. N. Preliminary study on seasonal liver lipids and glycogen, and blood sugar levels in the turtle *Graptemys pseudogeographica* (Gray) from south Dakota. **Herpetologica**, v. 23, n. 1, p. 68-70, 1967.
- FRÉJAVILLE, J. P., KAMOUN, P. **Manual de exames de laboratório**: indicação, técnica, interpretação, diagnóstico. São Paulo: Atheneu, 1989. 701 p.
- FRISCHE, S., FAGO, A., ALTIMIRAS, J. Respiratory responses to short term hypoxia in the snapping turtle, *Chelydra serpentina*. **Comp. Biochem. Physiol.**, v. 126, p. 223-231, 2000.
- FRYE, F. L. Hematology as applied to clinical reptile medicine. In: FRYE, F. L., **Biomedical and surgical aspects of captive reptile husbandry**. Florida: Krieger Publishing, 1991. chap. 7. p. 209-279. v. 1.
- GATTEN JUNIOR, R. E. Effects of activity on blood oxygen saturation, lactate, and pH in the turtles *Pseudemys scripta* and *Terrapene ornata*. **Physiol. Zool.**, v. 48, p. 24-35, 1975.
- GAUMER, A. E. H., GOODNIGHT, C. J. Some aspects of the hematology of turtles as related to their activity. **Am. Midl. Nat.**, v. 58, n. 2, p. 332-340, 1957.
- GHEBREMESKEL, K., WILLIAMS, G., SPRATT, D., SAMOUR, H. J. Plasma biochemistry of free-living giant tortoises (*Geochelone gigantea*) on Curieuse Island (Republic of Seychelles). **Comp. Biochem. Physiol.**, v. 99A, n. 1/2, p. 65-67, 1991.
- GOOTTDENKER, N. L., JACOBSON, E. R. Effect of venipuncture sites on hematologic and clinical biochemical values in desert tortoises (*Gopherus agassizii*). **Am. J. Vet. Res.**, v. 56, n. 1, p. 19-21, 1995.
- HENRY, J. B. **Clinical diagnosis and management by laboratory methods**. Philadelphia: Saunders, 1996. 1556 p.
- HOWELL, B. J., BAUMGARDNER, F. W., BONDI, K., RAHN, H. Acid-base balance in cold-blooded vertebrates as a function of body temperature. **Am. J. Physiol.**, v. 218, p. 600-606, 1970.

- HUTTON, K. E., GOODNIGHT, C. J. Variations in blood chemistry of turtles under active and hibernating conditions. **Physiol. Zool.**, v. 30, p. 198-207, 1957.
- IZARD, Y., DETRAIT, J., BOQUET, P. Variations saisonnières de la composition du sang de *Vipera aspis*. **Annls Inst. Pasteur, Paris**, v. 100, p. 539-545, 1961.
- JACKSON JUNIOR, C. G., LEGENDRE, R. C. Blood serum cholesterol levels in turtles. **Comp. Biochem. Physiol.**, v. 20, p. 311-312, 1967.
- KAO, Y. S., LIU, F. J., ALEXANDER, D. R. Laboratory diagnosis of gastrointestinal tract and exocrine pancreatic disorders. In: HENRY, J. B. **Clinical diagnosis and management by laboratory methods**. 19. ed. Philadelphia: Saunders, 1996. cap. 23, p.515-545.
- LEHNINGER, A. L. **Princípios de bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 1991. 725 p.
- MARCUS, L. C. **Veterinary biology and medicine of captive amphibians and reptiles**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1981. 239 p.
- MARKS, S. K., CITINO, S. B. Hematology and serum chemistry of the radiated tortoise (*Testudo radiata*). **J. Zoo. Wildl. Med.**, v. 21, n. 3, p. 342-344, 1990.
- MENON, K. R. The glucose and fat levels in the blood of five representative vertebrates. **F. Anim. Morph. Physiol.**, v. 1, p. 78-81, 1954.
- MEYERS-SCHÖNE, L., WALTON, B. T. Turtles as monitors of chemical contaminants in the environment. **Rev. Environ. Contam. Toxicol.**, v. 135, p. 93-153, 1994.
- MUNDIM, A. V., QUEIROZ, R. P., SANTOS, A. L. Q., BELETTI, M. E., LUZ, V. L. F. Bioquímica sanguínea da tartaruga da amazônia (*Podocnemis expansa*) em seu habitat natural. **Biosci. J.**, v. 15, n. 2, p. 35-43, 1999.
- OLIVEIRA LIMA, A, SOARES, J. B., GRECO, J. B., GALIZZI, J., CANÇADO, J. R. Química do sangue. In: \_\_. **Métodos de laboratório aplicados à clínica: técnica e interpretação**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. cap. 2, p. 2.1- 2.61.
- OVERMANN, S. R., KRAJICEK, J. J. Snapping turtles (*Chelydra serpentina*) as biomonitors of lead contamination of the Big River in Missouri's Old Lead Belt. **Environ. Toxicol. Chem.**, v. 14, n. 4, p. 689-695, 1995.
- PAGÉS, T., PEINADO, V. I., VISCOR, G. Seasonal changes in hematology and blood chemistry of the freshwater turtle *Mauremys caspica leprosa*. **Comp. Biochem. Physiol.**, v. 103A, n. 2, p. 275-278, 1992.
- PALOMEQUE, J., SESÉ, P., PLANAS, J. Respiratory properties of the blood of turtles. **Comp. Biochem. Physiol.**, v. 57, n. 4A, p. 479-483, 1977.
- PINCUS, M. R, SCHAFFNER, J. A. Assessment of liver function. In: HENRY, J. B. **Clinical diagnosis and management by laboratory methods**. Philadelphia: Saunders, 1996. cap. 12, p. 253-267.

- PINCUS, M. R., ZIMMERMAN, H. J., HENRY, J. B. Clinical enzymatology. In: HENRY, J. B. **Clinical diagnosis and management by laboratory methods**. Philadelphia: Saunders, 1996. cap. 13, p. 268-295.
- RANDALL, D., BURGGREN, W., FRENCH, K. Trocas gasosas e equilíbrio ácido-base. In: \_\_\_\_\_. **Fisiologia animal: mecanismos e adaptações**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. cap. 13, p. 480-530.
- RAPHAEL, B. L., KLEMENS, M. W., MOEHLMAN, P., DIERENFELD, E., KARESH, W. B. Blood values in free-ranging pancake tortoises (*Malacochersus tornieri*). **J. Zoo. Wildl. Med.**, v. 25, n. 1, p. 63-67, 1994.
- RILEY, V. Adaptation on orbital bleeding technic to rapid serial blood studies. **Proc. Soc. Exp. Biol. Med.**, v. 104, p. 751-754, 1960.
- ROBIN, E. D., VESTER, J. W., MURDAUGH JUNIOR. H. V., MILLEN, J. E. Prolonged anaerobiosis in a vertebrate : anaerobic metabolism in the freshwater turtle. **F. Cell. Comp. Physiol.**, v. 63, p. 287-297, 1964.
- ROBINSON, G.D., DUNSON, W.A. Water and sodium balance in the estuarine diamondback terrapin (*Malaclemys*). **J. Comp. Physiol**, v. 105, p. 129-152, 1976.
- ROSSKOPF JUNIOR, W. J. Normal hemogram and blood chemistry values for california desert tortoises. **Vet. Med. Small Anim. Clin.**, v. 77, n. 1, p. 85-87, 1982.
- SAMOUR, J. H., HOWLETT, J. C., SILVANOSE, C., HASBUN, C. R., AL-GHAIS, S. M. Normal haematology of free-living green sea turtles (*Chelonia mydas*) from the United Arab Emirates. **Comp. Haematol. Int.**, v. 8, p. 102-107, 1998.
- SECRETARIA DA SAÚDE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Manual de vigilância epidemiológica - Acidentes por animais peçonhentos – Identificação, diagnóstico e Tratamento. São Paulo. 54 p. 1993.
- SHEELER, P., BARBER, A. A. Comparative hematology of the turtle, rabbit and rat. **Comp. Biochem. Physiol.**, v. 11, p. 139-145, 1964.
- STERNROOS, O. O., BOWMAN, W. M. Turtle blood. I. Concentration of various constituents. **Comp. Biochem. Physiol.**, v. 25, p. 219-222, 1968.
- STURBAUM, B. A., BERGMAN, J. L. Changes in selected blood components of the three-toed box turtle, *Terrapene carolina triunguis*, during heat stress. **Comp. Biochem. Physiol.**, v. 70A, p. 599-602, 1981.
- TAYLOR JUNIOR, R. W., JACOBSON, E. R. Hematology and serum chemistry of the gopher tortoise, *Gopherus polyphemus*. **Comp. Biochem. Physiol.**, v. 72A, n. 2, p. 425-428, 1982.
- TOSUNOGLU, M., GÖÇMEN, B., TASKAVAK, E., BUDAK, A. A serological comparison of the populations of the *Lacerta laevis* complex in northern Cyprus and southern Turkey. **Zoology in the Middle East**, v.19, p. 117-122,1999.
- TROIANO, J. C. **Manejo sanitário de répteis em cativeiro**. Buenos Aires: Prensa Veterinária Argentina, 1991. 176 p.

- TROIANO, J. C., ALTHAUS, R. L., MALINSKAS, G. Perfil bioquímico sanguíneo de las especies argentinas del género *Caiman* en condiciones de cautividad. **Rev. Esp. Herp.**, v. 11, p. 31-34, 1997.
- TROIANO, J. C., SILVA, M. C. Valores hematológicos de referência en tortuga terrestre argentina (*Chelonoides chilensis chilensis*). **Analecta Vet.**, v. 18, n. 1/2, p. 47-51, 1998.
- VASCONCELOS, A. C. **Patologia geral em hipertexto**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais. 2000. Disponível em: < [http: www. icb. ufmg. br/pat/apopt. htm](http://www.icb.ufmg.br/pat/apopt.htm) >. Acesso em: 2 out. 2001.
- VLADSCU, C. The influence of temperature on the glycaemia of *Emys orbicularis* L. **Rev. Roumaine Biol., Ser. Zool.**, v.9, p. 413-420, 1964.
- WOOD, J., HENRY, J. B. Metabolic intermediates and inorganic ions. In: Henry, J.B., **Clinical diagnosis and management by laboratory methods**. Philadelphia: Saunders, 1996, chap. 8. p. 162-193.
- ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 633 p.

## CONCLUSÕES GERAIS

---

Com base nos estudos ambientais e dos *Phrynops geoffroanus* do rio Uberabinha foi possível chegar às seguintes conclusões:

1. As diferentes influências antrópicas associadas ao uso do solo determinaram variações na qualidade da água do rio Uberabinha, o que é demonstrado pelos diferentes tipos e concentrações de poluentes.
2. Não há evidências de que os diferentes tipos e níveis de contaminação ambiental interfiram na população dos *Phrynops geoffroanus* quanto ao tamanho e forma desses animais.
3. O comprimento das barbelas se constitui em um caráter de dimorfismo sexual em *Phrynops geoffroanus*. Essa estrutura talvez possa ser utilizada em outras espécies de tartarugas, que as apresentam, como elemento na diferenciação sexual.
4. Os *Phrynops geoffroanus* da área de predomínio urbano são mais infectados por espécies de bactérias patogênicas ou com potencial de patogenicidade do que aqueles da área de predomínio rural, o que pode estar associado à maior contaminação no ambiente urbano por esgotos domésticos e industriais.
5. Há evidências de que as diferentes condições ambientais interfiram na colonização da alga *Basycladia chelonum* nos cascos dos *Phrynops geoffroanus*.
6. A ocorrência de bactérias patogênicas ou com potencial para a patogenicidade na microbiota normal nos *Phrynops geoffroanus* pode, pela baixa resistência orgânica, traumatismos e/ou lesões de causas diversas, inclusive pela colonização de algas epizoárias, vir a determinar doenças nesses animais.
7. Os níveis de infestação por *Placobdella bistriata*, encontrada somente na subpopulação de *Phrynops geoffroanus* na área de predomínio urbano, e a infecção por Haemogregarinidae, que foi mais de duas vezes superior nesse ambiente, sugere que as condições ambientais constatadas interferem nos índices de parasitismo.

8. Diferenças observadas na constituição muscular e adiposa dos *Phrynops geoffroanus* necropsiados evidenciam variação entre as subpopulações pesquisadas, o que provavelmente se deve a aspectos comportamentais. Observações de campo mostraram que os espécimes da área de domínio agropecuário são mais ativos quando comparados aos da área urbanizada.
9. A sobrevivência de *Phrynops geoffroanus* em águas poluídas reflete a grande capacidade adaptativa dessa espécie. As alterações bioquímicas e hematológicas se mostram relacionadas com os diferentes tipos e níveis de poluição o que evidencia a capacidade de mudanças fisiológicas por parte desses animais frente a ambientes poluídos.
10. As técnicas de coleta de amostras de sangue mais adequadas para *Phrynops geoffroanus* foram a punção de seno retrorbital, para pequenas amostras e a punção cardíaca através do plastrão, para amostras de maior volume.
11. Considerando-se que as diferentes condições ambientais influenciaram 88% dos parâmetros hematológicos e bioquímicos sanguíneos analisados, os valores de referência obtidos neste estudo somente devem ser aplicados para outras populações de *Phrynops geoffroanus* que vivam em ambientes similares aos das subpopulações do rio Uberabinha. Deve-se, também, observar o sexo dos cágados uma vez que este caráter influenciou 50% dos parâmetros sanguíneos analisados.
12. Embora as análises histopatológicas, os índices de parasitismo e de microorganismos patogênicos ou com potencial para patogenicidade tenham mostrado que a subpopulação de *Phrynops geoffroanus* da área urbanizada esteja mais propensa a aquisição de doenças, é nessa área que os espécimes encontram-se mais concentrados, favorecendo os acasalamentos pela proximidade de parceiros. A pouca declividade das margens do rio nesse local facilita a saída das fêmeas para a nidificação. Do mesmo modo aumenta a concentração de alimentos, oriundos dos esgotos e dos excrementos de suínos, equinos e bovinos provenientes das criações e do lavador de caminhões boiadeiros, instalados às margens do rio e que se constituem em fontes de alimentação para os peixes e

outros organismos aquáticos, que provavelmente compõe a dieta alimentar dos cágados. Esses parâmetros podem favorecer a manutenção da população nas áreas mais poluídas.

## PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

O Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos (PPG-ERN/UFSCar) teve início de suas atividades acadêmicas e de pesquisa em 1976, evidenciando desde então um modelo voltado à formação de professores ou pesquisadores profissionalmente vinculados às Universidades ou aos Institutos de Pesquisa oficiais. Apesar deste sistema de ensino e pesquisa ter se desenvolvido relativamente afastado do mercado de trabalho, é evidente a responsabilidade e participação do PPG-ERN/UFSCar na formação de grupos de pesquisa emergentes no país, na disseminação do conhecimento e abordagem específica na Área de Ecologia, bem como no atendimento parcial da demanda da iniciativa privada.

O caráter da pesquisa básica/aplicada implantado desde sua criação vem sofrendo contínuas modificações, reflexo das diretrizes atualmente estabelecidas para o tratamento da questão ambiental, tanto pela incorporação de novas abordagens quanto pela incorporação de novas linhas de pesquisa. Estes aspectos refletem as diretrizes da pesquisa sin ecológica, contemplando a multidimensionalidade do "Ecossistema", bem como do potencial do quadro docente credenciado.

A ênfase dada à formação de recursos humanos para o ensino superior e para o desenvolvimento científico e tecnológico, como instrumento eficaz de geração e difusão do conhecimento, presente desde a implantação do PPG-ERN/UFSCar, pode sintetizar as bases científicas estabelecidas para o mesmo: *"Produzir informações científicas de alto nível em Ecologia, com a finalidade de aprofundar um sistema de conhecimento endógeno e incorporar este direcionamento a um processo de formação de pessoal com profundo embasamento e conhecimento científico, adequados a realização da pesquisa ecológica básica e aplicada no país"* (LUNDISI, J.G., 1976).

Para informações atualizadas sobre o PPG-ERN, consulte sua home page:  
<http://www.ufscar.br/~ppgem/>

---

Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais  
Rodovia Washington Luis km 235  
Caixa Postal 676  
13565-905 São Carlos - SP

contato:  
Fone-Fax : (0xx16) 2608305  
e-mail : [ppgem@power.ufscar.br](mailto:ppgem@power.ufscar.br)

