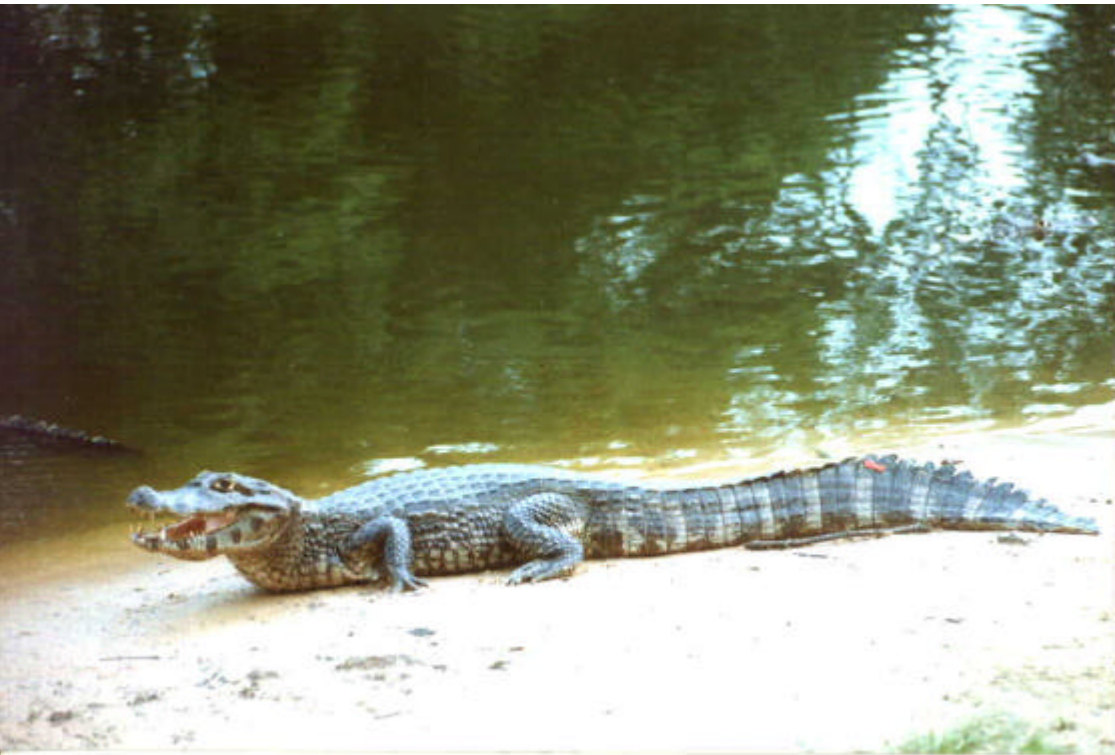


Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 51

ISSN 1517-1981
Dezembro, 2003

Comportamento de Termorregulação do Jacaré-do- Pantanal, *Caiman crocodilus* *yacare*



Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Roberto Rodrigues
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Conselho de Administração

José Amauri Dimárzio
Presidente

Clayton Campanhola
Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires
Dietrich Gerhard Quast
Sérgio Fausto
Urbano Campos Ribeiral
Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola
Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca
Herbert Cavalcante de Lima
Mariza Marilena T. Luz Barbosa
Diretores-Executivos

Embrapa Pantanal

Emiko Kawakami de Resende
Chefe-Geral

José Anibal Comastri Filho
Chefe-Adjunto de Administração

Aiesca Oliveira Pellegrin
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

José Robson Bezerra Sereno
Gerente da Área de Comunicação e Negócios



ISSN 1517-1981
Dezembro, 2003

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 51

Comportamento de Termorregulação do Jacaré-do- Pantanal, *Caiman crocodilus yacare*

Zilca Campos
Marcos Coutinho
William Magnusson

Corumbá, MS
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pantanal

Rua 21 de Setembro, 1880, CEP 79320-900, Corumbá, MS

Caixa Postal 109

Fone: (67) 233-2430

Fax: (67) 233-1011

Home page: www.cpap.embrapa.br

Email: sac@cpap.embrapa.br

Comitê de Publicações:

Presidente: *Aiesca Oliveira Pellegrin*

Secretário-Executivo: *Marco Aurélio Rotta*

Membros: *Balbina Maria Araújo Soriano*

Evaldo Luis Cardoso

José Robson Bezerra Sereno

Secretária: *Regina Célia Rachel dos Santos*

Supervisor editorial: *Marco Aurélio Rotta*

Revisora de texto: *Mirane Santos da Costa*

Normalização bibliográfica: *Romero de Amorim*

Tratamento de ilustrações: *Regina Célia R. dos Santos*

Foto da capa: *Zilca Campos*

Editoração eletrônica: *Regina Célia R. dos Santos e Élcio Lopes Sarath*

1ª edição

1ª impressão (2003): formato digital

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Campos, Zilca Maria da Silva

Comportamento de termoregulação do jacaré-do-pantanal *Caiman crocodilus yacare* / Zilca Maria da Silva Campos, Marcos Eduardo Coutinho, William Magnusson -- Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003.

28 p.; 16 cm. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pantanal, ISSN 1517-1981; 51)

1. Jacaré - *Caiman crocodilus yacare* - Comportamento termal.
2. Ecologia - Jacaré - Comportamento termal. 3. Pantanal - Jacaré - Temperatura corporal. I. Coutinho, M. II. Magnusson, W. III. Título. IV. Série.

CDD 597.98 (21 ed.)

© Embrapa 2003

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	10
Resultados	8
Discussão	17
Conclusões	18
Referências Bibliográficas	20

Comportamento de Termorregulação do Jacaré-do-Pantanal, *Caiman crocodilus yacare*

Zilca Maria da Silva Campos¹

Marcos Eduardo Coutinho²

William Magnusson³

Resumo

A temperatura corpórea de 51 jacarés do Pantanal foi monitorada nos períodos de frio e calor em áreas de lagos e rios. A massa corpórea desses jacarés variou de 2 a 42 kg e seu tamanho afetou a temperatura média e a amplitude corpórea. A temperatura média corpórea alcançou 25°C, na estação fria, e 30°C, na estação quente, com valor mínimo de 16,9 °C e máximo de 37,9 °C. A temperatura corpórea de *Caiman crocodilus yacare* na natureza variou com temperatura do ambiente nas estações fria e quente. No período quente, os jacarés permaneceram mais tempo em áreas sombreadas, tanto na terra como na água, do que expostos diretamente aos raios solares. Sua temperatura corpórea manteve-se próxima à da superfície da água, independente de estarem no sol, na sombra, na terra ou na água. Na estação fria, em dias quentes, os jacarés ficaram expondo aos raios solares, tanto na terra como na água, mas sua temperatura aproximou-se da temperatura do ar. Em ambas as estações, a temperatura corporal dos jacarés, à noite foi similar com à da água. Em temporadas quentes e secas, os jacarés movimentaram-se regularmente entre terra e água, durante o dia e à noite, mas esses movimentos não tiveram significado óbvio de termorregulação. O padrão dominante observado no calor, quando a temperatura do ar chegava, geralmente acima de 30 °C, foi o de termoconformidade e, no frio, com índice menor que 30

¹ Eng. Agrônomo, M.Sc., Embrapa Pantanal, Cx. Postal 109, CEP 79320-900 - Corumbá, MS, Zilca@cpap.embrapa.br

² IBAMA-Ran, Rua Antonio Maria Coelho, 1400, Campo Grande, MS, 79002-221

³ INPA-Ecologia CP 478 Manaus, Am 69011-900

°C , os jacarés pareceram estar termorregulando, selecionando microambientes mais quentes ou ensolarados. As vocalizações e interações agressivas ocorreram primariamente pela manhã, quando as temperaturas do ambiente eram mais baixas. A temperaturas corpóreas das cinco fêmeas com folículos pré-ovulatórios foram similares às das outras fêmeas monitoradas no mesmo período. Os jacarés jovens adotaram diferentes padrões diurnos de exposição ao sol e de atividade terrestres, em diferentes dias, e esses movimentos não pareceram ser, inicialmente de termorregulação. Todos os resultados deste estudo sugerem que o ambiente termal no Pantanal está dentro de uma área de muitas atividades e que vários comportamentos não são primariamente para termorregulação.

Termos de indexação: Temperatura corporal, comportamento termal, jacaré, Pantanal

Thermoregulation Behavior of Caiman Pantanal, *Caiman crocodilus yacare*

Abstract

The body temperatures of 51 caimans in the Pantanal were monitored in cold (dry) and hot (dry and wet) seasons in an area with isolated lakes and an area with intermittent rivers. The masses of caimans monitored varied from 2 to 42 kg and caiman size affected the mean and amplitude of body temperatures. Mean body temperature was 25.7 °C in the cold season and 30.1 °C in the warm season, with a minimum of 16.9 °C and a maximum of 37.9 °C. The body temperatures of free ranging caimans varied with ambient temperatures in both the cold and hot seasons. In the hot season, caimans spent more time in shady areas, on land or in the water, than exposed directly to sunlight. Body temperatures were generally close to surface water temperatures, independent of whether the caiman was exposed to sun, in the shade, on land, or in water. On hot days in the cold season, caimans basked in the sun, both on land and in water, but body temperatures approached air temperatures. The body temperatures of the caimans at night were similar to surface water temperatures in both seasons. In the hot and dry season, caimans moved regularly between land and water during the day and at night, but those movements had no obvious effect on body temperatures. The dominant pattern in the hot period, when the air temperatures were generally above 30°C, was of thermoconformity. In the cold season, when air temperatures were less than 30°C, caimans appeared to be thermoregulating by selecting warmer microsites or basking. Vocalizations and aggressive interactions occurred primarily in the morning when ambient temperatures were lowest. The body temperatures of five females with pre-ovulatory follicles were similar to those of other females monitored in the same period. Hatchling caimans adopted different diel patterns of exposure to sun and terrestrial activity on different days, and those movements did not appear to be primarily thermoregulatory. The overall results of this study suggest that the thermal environment in the Pantanal is within the range adequate for most activities, and that most behaviors shown by the caimans are not primarily related to thermoregulation.

Index terms: Body temperature, thermal behavior, caimans, Pantanal.

Introdução

A temperatura é uma variável ambiental que tem papel fundamental na história de vida dos crocodilianos, já que determina o sexo dos indivíduos (FERGUSON e JOANEN, 1983; WEBB *et al.*, 1987; CAMPOS, 1993), o crescimento embrionário (JOANEN *et al.*, 1987) e o padrão de termorregulação (LANG, 1987). A temperatura selecionada pelos crocodilianos é também afetada pelo estado nutricional, idade, infecção e relações sociais (LANG, 1985).

A variação na temperatura corpórea já foi estudada para algumas espécies de crocodilianos. Em um gradiente de laboratório, as temperaturas de *Caiman crocodilus* ficaram próximos de 29,0° e 34,8°C (DIENFENBACH, 1975). As temperaturas extremas, altas ou baixas, causam a morte dos crocodilianos por desidratação e desencadeamento do estado tórpido e letárgico (McLLHENNY, 1935), enquanto temperaturas ambientais, em torno de 8° a 11°C, podem induzi-los ao torpor (ALMANDARZ, 1975).

Os crocodilianos, como outros répteis, ganham calor por radiação, condução e metabolismo, sendo que os maiores estocam calor lentamente e perdem em processos também mais lentos, enquanto os menores esquentam e esfriam mais rapidamente (SMITH, 1979). Por essa razão, os grandes indivíduos podem manter a temperatura corporal relativamente constante através da inércia térmica, causada pela pequena razão superfície/volume e pela retenção de calor endógeno (SMITH, 1979). Os estudos com radiotelemetria têm avaliado o efeito do tamanho dos crocodilianos na variação da temperatura corpórea. Para *Caiman crocodilus*, com massas corpóreas entre 3 e 50 kg, *Crocodylus novaguienae* pesando de 37 a 110 kg e *Crocodylus porosus* de 97 a 750 kg, as temperatura corpóreas, no período de 24 horas, não variaram em função da massa corpórea, mas correlacionaram com o comportamento térmico dos indivíduos (LANG, 1977). No entanto, GRIGG *et al.*, (1998) relataram que a amplitude da temperatura corpórea de *Crocodylus porosus* foi reduzida em indivíduos pesando de 32 a 1010 kg.

Vários autores mencionaram que os crocodilianos se expõem ao sol primariamente para aumentar a temperatura corpórea (COTT, 1961; SMITH, 1975a; GRIGG e ALCHIN, 1976; JOHNSON *et al.*, 1978). Entretanto, outros autores têm sugerido que a exposição ao sol apresenta outras vantagens, como retardar a infestação de algas e fungos na pele (MALL e LEGLER, 1971) e também a de ser uma estratégia na síntese de vitamina D (PRITCHARD e GREENHOOD, 1968).

Como animais ectotérmicos aquáticos, com baixa taxa metabólica, os crocodilianos usam uma combinação de mecanismos comportamentais e fisiológicos para regular sua temperatura corpórea (SMITH, 1976). Os principais comportamentos que provavelmente têm significado de termorregulação são movimentos entre a água e a terra e mudanças nas posturas. A água exerce um importante papel na

termorregulação dos crocodilianos (SMITH, 1979), já que o ambiente aquático minimiza flutuações que resultariam em temperaturas corpóreas extremas. Embora haja interesse sobre os mecanismos fisiológicos e de comportamento que envolvem a biologia térmica dos crocodilianos, pouca atenção tem sido dada aos padrões de variação da temperatura corpórea em indivíduos livres.

Consequentemente, o conhecimento básico do comportamento de termorregulação dos crocodilianos no seu habitat natural é ainda pobre (SEEBACHER e GRIGG, 1997; GRIGG *et al.*, 1998). Não existe, tampouco, informação disponível sobre a temperatura corpórea do Jacaré-do-Pantanal, *Caiman crocodilus yacare*, apesar da abundância da espécie (COUTINHO e CAMPOS, 1996).

Neste estudo, foram investigadas as seguintes questões: 1) A massa corpórea, a estação e habitat afetam a temperatura corpórea dos jacarés? 2) A temperatura corpórea está relacionada às variáveis ambientais? 3) Qual é o padrão de exposição ao sol de jovens e adultos em dois locais com características distintas? 4) Existe variação diária e sazonal da temperatura corpórea a longo prazo?

Materiais e Métodos

Os jacarés eram capturados à noite e levados ao laboratório da fazenda Nhumirim para, na manhã seguinte, serem implantados os radiotransmissores ou data-loggers dentro da cavidade peritoneal, através de cirurgia realizada sob condições estéreis (Fig. 1). Usou-se o resfriamento para imobilização e 2 ml de xylocaina para anestesia local.



Fig. 1. Cirurgia de implante dos aparelhos de radiotransmissores e data-logger no jacaré-do-Pantanal

Antes de se iniciar o processo cirúrgico, limpava-se o local da cirurgia com água corrente e sabão neutro. Para o resfriamento, os jacarés eram inicialmente enrolados em pano, as patas amarradas, a boca e os olhos vedados para, então, serem colocados num freezer elétrico. O tempo de permanência no freezer variava entre 1h e 1h30min, dependendo do tamanho do jacaré, até que a temperatura corporal ficasse próxima de 19°C. Imediatamente após se retirar o animal do freezer, colocava-se o jacaré em uma mesa cirúrgica, previamente esterilizada e preparada. A incisão cirúrgica era feita com um bisturi em um corte de 5cm no flanco anterior da perna traseira esquerda, limpa com álcool iodado, onde se aplicavam 2ml do anestésico xylocaína. Abria-se a musculatura com uma pinça até atingir a membrana do peritônio, que era mantido preso com uma pinça, sendo, então, feito um pequeno corte com tesoura cirúrgica. O radiotransmissor, esterilizado com álcool iodado, era introduzido na cavidade peritoneal, ficando a antena de 47cm, ligada ao transmissor, para fora do corpo. A sutura da membrana do peritônio e da musculatura era feita com linhas absorvíveis (modelo Catgut), em pontos contínuos, e a sutura externa com linha de nylon ou de algodão, em pontos individuais. Todo o procedimento cirúrgico foi realizado respeitando-se as normas de ética para práticas com animais. Algumas horas após a cirurgia, os indivíduos que não apresentavam sinais de estresse eram soltos no local do experimento.

Os radiotransmissores com sensores de temperatura (Sirtrack[®]) mediam, aproximadamente, 3 x 2 x 2cm, pesavam 50g e tinham antena externa de 47cm. Os data-loggers (Onset[®] StowAway^{tidbit}) mediam 4cm por 3cm e pesavam aproximadamente, 30g. Todos os radiotransmissores e data-loggers eram encapsulados com resina de fábrica. Os radiotransmissores tinham frequências diferentes, na faixa de 160 a 166MHz, e uma vida útil prevista de 6 meses. Foram previamente calibrados contra um termômetro de bulbo de mercúrio e as leituras ficavam armazenadas dentro da faixa de 0,3°C.

O padrão diurno e sazonal da temperatura do corpo de 51 jacarés em áreas de lagos e rios intermitentes foi monitorado por radiotelemetria, usando-se radiotransmissores com sensores de temperatura. Em uma área de lago, um jacaré adulto foi usado para testar a eficiência do radiotransmissor amarrado na cauda, implantado na cavidade peritoneal e no estômago, em maio de 1995. Foi ainda monitorada a temperatura corporal de uma fêmea adulta, de junho a agosto de 1997, de 12 jacarés (7 machos e 5 fêmeas) de maio a outubro de 1998, de 9 jacarés (5 machos e 4 fêmeas), de novembro a março de 1998 e de 5 jacarés (2 machos e 3 fêmeas) de maio a agosto de 1999. Em uma área de rio, efetuou-se o monitoramento das temperaturas corporais de 10 jacarés (8 machos e 2 fêmeas), de junho a julho, e de 14 jacarés (7 machos e 7 fêmeas), de outubro a novembro de 1999.

Os sinais de rádio foram detectados por receptores TR2-Scanner e TR4 (Telonics[®]), nos quais foram conectados cabos da antena de mão ou fixa e fone de ouvido. Normalmente, os sinais dos radiotransmissores podiam ser detectados até 500m, principalmente quando os jacarés se encontravam nas margens ou nadando na superfície da água.

Após a recepção de sinais sem ruídos, acoplava-se no receptor um codificador Sirtemp[®] para a leitura da temperatura corpórea o que ocorria após alguns segundos, quando a temperatura no visor do aparelho mantinha-se constante. No período do monitoramento das temperaturas corporais evitou-se qualquer tipo de distúrbio no local do experimento. Na área de lago, o monitoramento foi feito entre 3 e 4 dias consecutivos, a intervalos de uma hora, na estação fria (maio - setembro) e na estação quente (outubro - março). Na área de rio intermitente, o mesmo procedimento realizou-se entre 7 e 9 dias consecutivos, a intervalos de 1 hora, na estação fria (junho-julho) e quente (outubro - novembro).

A temperatura do ar e da água foi monitorada com data-loggers StowAway^{Temp} (Onset[®]), programados para fazer as leituras no mesmo tempo de monitoramento das temperaturas corporais. Mediu-se a temperatura da água por data-loggers próximos da superfície, 10-15cm, e a 60cm de profundidade, e a temperatura do ar com data-loggers instalados em locais sombreados, nas margens do lago e rio, a 100cm acima do nível do solo. Na área de rio, entre outubro e novembro de 1999,

os dados de data-loggers não estiveram disponíveis e as temperaturas do ar foram registradas na Estação Meteorológica da Nhumirim, nos horários de 8h, 14h e 20h.

O comportamento de exposição ao sol de indivíduos de duas ninhadas de filhotes recém-eclodidos foi realizado por observação direta, sendo uma delas analisada em vida livre e outra em cativeiro. Consideraram-se indivíduos expostos ao sol quando estavam parcial ou completamente fora da água. As observações ocorreram entre 6h e 18h, em dias diferentes, de julho a agosto de 1997, com o registro do número e localização dos jovens expostos ao sol feito a intervalos de uma hora, aproximadamente. Todavia, no período entre 11h30min e 13h30min, não houve observações de comportamento para a ninhada da natureza, mas, somente para a ninhada em cativeiro.

Para obtenção das temperaturas do ar e da água utilizou-se, simultaneamente, o termômetro digital com as observações de exposição ao sol. Os 25 recém-eclodidos foram mantidos em cativeiro, em uma de área de 10m² de um lago natural, com uma pequena praia artificial, fechada com tela de alambrado, onde o número de filhotes ao sol era anotado, a cada hora do dia. As temperaturas do ar e da água foram registradas por data-loggers StowAway^{Temp}, calibrados e programados para os dias de observações de comportamento.

Essas observações de grupos de jacarés realizaram-se na mesma área e tempo em que se registrou sua temperatura corporal por radiotelemetria. Na área de lago, as observações de exposição ao sol foram feitas em 8 dias, das 6h às 18h, nos meses de junho e julho de 1998. Na estação quente, as observações foram feitas no mesmo horário e ano, em 3 dias consecutivos do mês de outubro. As proporções de jacarés ao sol foram estimadas com o número de jacarés observados em cada intervalo de hora dividido pelo total de indivíduos no lago determinado em estudos prévios.

Em um trecho de 3 km de rio, na estação fria, as observações do comportamento de exposição ao sol ocorreram em 9 dias, das 6h às 18h, nos meses de junho e julho de 1999. Na estação quente, no mesmo horário, em 6 dias consecutivos de outubro de 1999 e em 7 dias consecutivos, em novembro do mesmo ano. Nesses períodos de estudo, anotou-se o total de jacarés observados e o número dos expostos ao sol, a cada hora do dia.

Na estação fria, as temperaturas da água e do ar foram registradas em data-loggers instalados próximos da superfície (10–15cm), a 60cm de profundidade e no ar, em margens sombreadas do rio. No entanto, na estação quente, registrou-se a temperatura do ar somente na Estação Meteorológica da Nhumirim, nos horários de 08h, 14h e 20h. O número de jacarés na área variou entre dias, sendo, portanto, a proporção dos jacarés em cada atividade estimada como a proporção do número máximo de jacarés contado em qualquer hora de cada dia.

Os jacarés foram capturados à noite, à mão ou com laço, na área de rio, entre agosto de 1996 e setembro de 1999. Cinco minutos após a captura, mediu-se a temperatura do ar, da água, na profundidade de 30cm e da cloaca com um termômetro digital, introduzido cerca de 3cm, previamente calibrado com termômetro de bulbo de mercúrio. Somente os jacarés capturados a pelo menos 30 minutos depois do pôr do sol foram usados nas análises.

Resultados

Neste estudo, foram registradas 17.377 temperaturas corporais coletadas por radiotelemetria e data-loggers de 51 indivíduos, em 3 anos. O valor mínimo da temperatura corporal foi de 16,9°C e o máximo de 37,4°C. A temperatura média corpórea, na estação fria alcançou 25,7°C (DP = 0,86) e variou de 23,8 a 28,3°C e, na estação quente, foi 30,1°C (DP= 0,66), oscilando entre 28,5 e 31,3°C (Tabela 1). As temperaturas médias corporais mensais não diferiram entre as áreas de lagos e rios ($t = -1.230$, $P = 0.518$), mas foram menores na estação fria (Fig. 2). A correlação entre a temperatura média corporal e a temperatura da água, nas duas estações, esteve entre 0,51 e 0,47, respectivamente, e a temperatura do ar entre 0,45 e 0,35, respectivamente. As médias das temperaturas da água e do ar foram mais significativamente correlacionadas na estação quente ($r = 0,96$) do que na estação fria ($r = 0,80$).

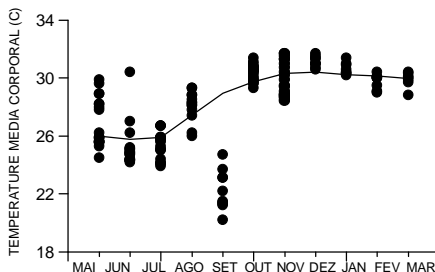


Fig. 2. Variação mensal da temperatura média corporal dos jacarés monitorados com radiotelemetria, de 1997 a 1999.

O padrão de atividade das ninhadas da natureza diferiram marcadamente entre os dois dias de observação. No dia 27 de agosto, somente 8 dos 28 indivíduos observados foram para o sol pela manhã e pela tarde (Fig. 3A). No entanto, em 28 de agosto, o padrão se reverteu, com mais indivíduos expostos ao sol no meio do dia (Fig. 3B). Os filhotes de cativeiro também mostraram grande variação no padrão de exposição ao sol. No primeiro dia, mais indivíduos ficaram expostos ao sol à tarde e, no segundo dia, o maior número registrado foi pela manhã. No terceiro dia, eles tiveram picos de exposição ao sol pela manhã e à tarde (Fig. 3F–J), sugerindo que a exposição ao sol não ocorreu primariamente para termorregulação.

Os grupos de jacarés adultos foram observados, durante 10 dias, nas estações fria e quente, nas áreas de lago e rio (Fig. 4). Alguns indivíduos deixaram a água logo após o nascer do sol e permaneceram na terra ao longo do dia. As atividades terrestres variaram durante o dia, nas estações fria e quente, na área de lago, com picos pela manhã e pela tarde (Fig. 5 B, E). Nas horas mais quentes, entre 11h e 13h, mais indivíduos mantiveram-se na água ou escondidos na vegetação flutuante, sendo que a proporção de indivíduos expostos ao sol variou durante o dia (Fig. 5 A). Na área de rio, o padrão da atividade exposição ao sol foi diferente. Na estação fria, jacarés mostraram distintos picos de aquecimento ao sol pela manhã e à tarde. Ao meio do dia, quando as temperaturas ambientais foram altas, usaram áreas sombreadas, (Fig. 6 F).

As temperaturas corpóreas de 739 jacarés de diferentes tamanhos foram medidas à noite, entre agosto de 1996 e setembro de 1999. O comprimento rostro-cloacal dos jacarés capturados variou de 14,5 a 120cm ($\bar{x} = 74,0$; DP = 20,4) e a massa corporal oscilou entre 0,040 e 43,0kg ($\bar{x} = 10,7$; DP = 6,9).

Durante a estação fria (maio a setembro), existiu uma relação não-linear entre a temperatura média cloacal (TC) e a massa corporal (Fig. 7 A). A regressão Piecewise indicou uma forte relação entre a massa e a temperatura dos jacarés com massas $\leq 3,3$ kg ($TC = 20,7 + 2,167 * \text{massa}$; $r^2 = 0,494$; N= 73; $P < 0,001$) e efeito muito menor da massa na temperatura média dos grandes animais ($TC = 27,6 + 0,055 * \text{massa}$; $r^2 = 0,020$; N= 358; $P = 0,008$).

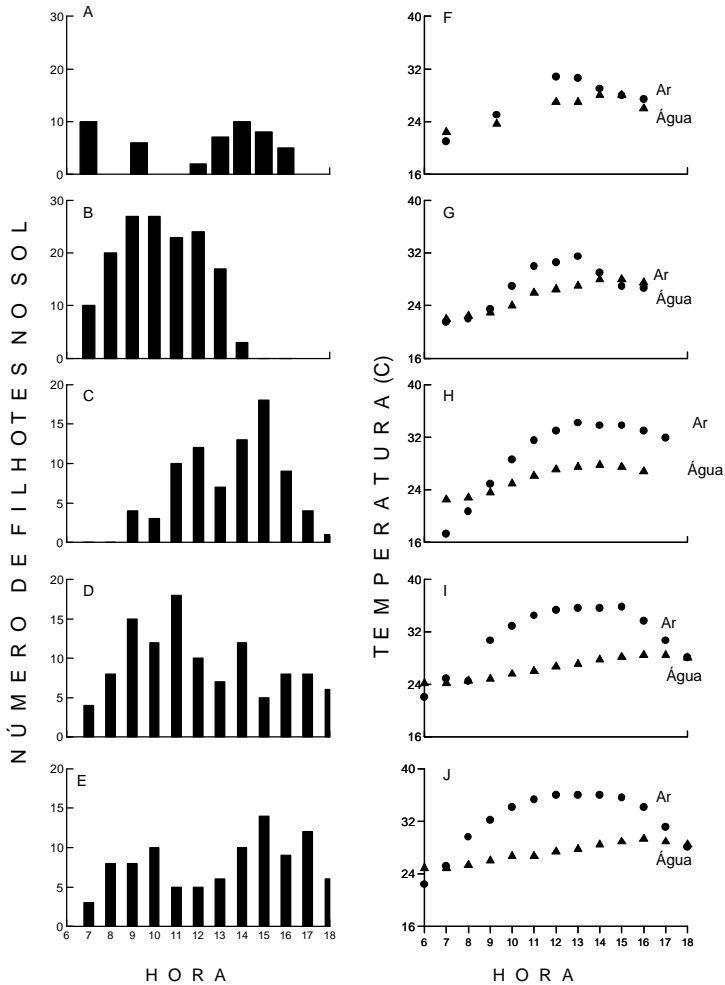


Fig. 3. Padrão diurno de atividades de exposição ao sol, pelos jovens, no campo (A,B) e no cativeiro (C, D, E). Temperaturas do ar e da água nos dias de observação (F a J), em Agosto de 1999.



Fig. 4. Grupos de jacarés expostos ao sol na margem de um rio, fazenda Campo Dora, Pantanal Sul.

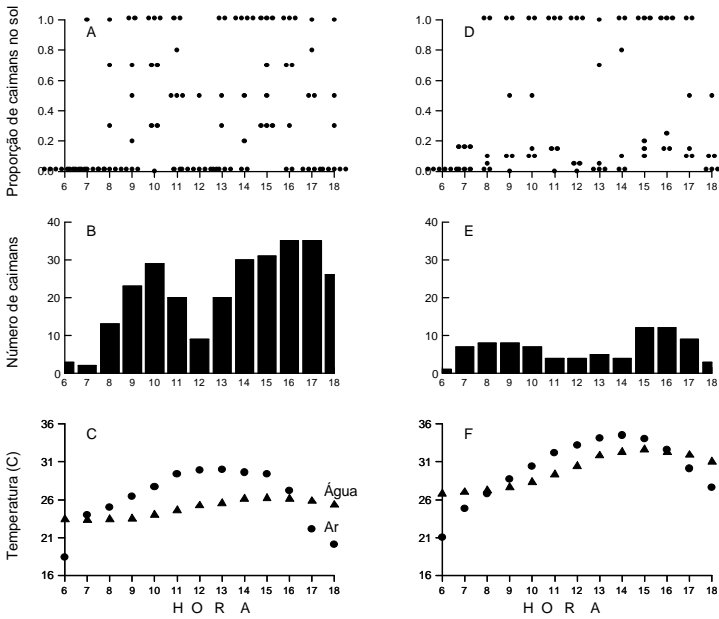


Fig. 5. Proporção de jacarés expostos ao sol durante cada dia de observação, na área de lago, na época de frio (A) e calor (D). Padrão diurno de exposição ao sol, na vegetação flutuante, na época de frio (B) e calor (E), na vegetação flutuante, e variação as temperaturas do ar (●) e da água (▲), na época de frio (C) e calor (F). Os dados apresentados são médias diárias de 10 dias na época de frio, e de 10 dias de calor.

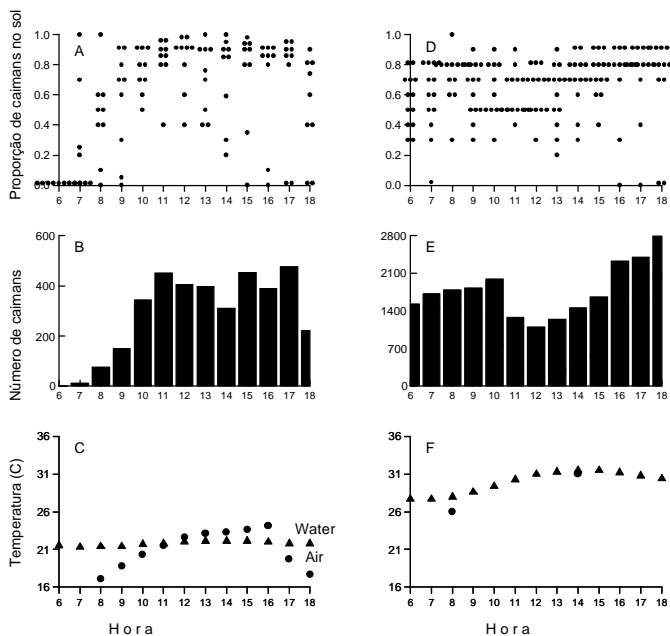


Fig. 6. Proporção de jacarés expostos ao sol durante cada dia de observação, na área de rio, na época de frio (A) e calor (D). Padrão diurno de exposição ao sol, na vegetação flutuante, na época de frio (B) e calor (E), na vegetação flutuante, e variação das temperaturas do ar (●) e da água (▲), na época de frio (C) e calor (F). Os dados apresentados são médias diárias de 10 dias na época de frio, e de 10 dias de calor.

Tabela 1. Temperatura média corpórea (\bar{x}) de jacarés nas áreas de lago (L) de rio (R) no frio (F) e no calor (C), Pantanal, Brasil. O tamanho dos jacarés (CRC) e o peso foram anotados.

Sexo	CRC	Peso	Estação	Ano	$\bar{x} \pm DP$	Mínima	Máxima	N	Área
F	61.0	4.8	F	1999	26.0 \pm 3.3	20.5	34.3	315	L
F	62.5	5.1	F	1998	26.2 \pm 4.1	17.3	33.8	490	L
F	63.0	5.2	F	1998	28.3 \pm 4.1	17.3	35.6	259	L
F	68.0	6.4	C	1998	30.9 \pm 2.1	26.8	36.2	221	L
F	69.0	7.5	C	1998	28.5 \pm 3.6	24.9	33.5	610	L
F	71.0	7.0	F	1997	25.2 \pm 3.0	19.8	34.3	85	L
F	72.0	7.6	C	1998	31.3 \pm 2.1	25.9	36.9	224	L
F	72.0	7.4	C	1998	30.9 \pm 1.9	26.4	36.0	231	L
F	73.5	8.0	F	1999	25.7 \pm 3.0	21.3	34.6	295	L
F	77.0	10.0	F	1999	23.8 \pm 2.6	20.1	31.5	91	L
F	77.0	11.5	F	1998	26.1 \pm 3.4	17.6	33.5	486	L
F	78.0	12.0	F	1998	26.1 \pm 3.4	17.6	33.6	133	L
F	83.0	13.0	F	1998	30.7 \pm 1.6	26.5	35.9	240	L
M	55.0	3.3	F	1999	20.7 \pm 3.1	20.7	33.6	302	L
M	60.0	4.3	F	1998	25.5 \pm 3.3	17.6	32.9	482	L
M	63.0	4.7	F	1998	26.2 \pm 3.8	17.0	34.4	487	L
M	64.0	5.5	F	1998	25.5 \pm 2.1	21.0	31.9	256	L
M	75.0	7.8	C	1998	30.5 \pm 1.5	26.3	34.4	241	L
M	82.0	11.0	F	1999	25.2 \pm 2.9	20.2	34.0	281	L
M	83.0	12.0	C	1998	30.6 \pm 1.7	26.5	35.5	249	L
M	85.0	13.0	F	1998	26.1 \pm 3.5	17.8	32.9	465	L
M	86.0	15.0	F	1998	25.7 \pm 3.6	17.2	33.4	489	L
M	94.5	19.5	C	1998	30.5 \pm 1.5	27.1	34.7	223	L
M	95.5	20.0	F	1998	25.9 \pm 3.2	17.8	32.8	490	L
M	106.0	27.0	C	1998	30.6 \pm 1.4	26.6	33.8	207	L
M	106.0	25.0	C	1998	29.7 \pm 3.7	17.9	37.4	4420	L
M	113.0	31.5	F	1998	25.5 \pm 3.3	17.6	32.9	482	L
F	60.0	5.0	C	1999	30.2 \pm 3.2	22.9	36.3	212	R
F	69.0	8.0	F	1999	28.3 \pm 4.1	20.5	34.2	223	R
F	72.0	9.5	C	1999	29.8 \pm 3.1	22.2	35.9	228	R
F	74.0	8.0	F	1999	24.7 \pm 3.9	16.9	35.8	289	R
F	77.5	13.0	C	1999	28.8 \pm 3.1	23.9	33.3	31	R
F	81.0	14.0	C	1999	30.9 \pm 2.3	26.5	35.7	139	R
F	84.0	15.0	C	1999	30.3 \pm 2.6	24.8	34.7	114	R
F	89.0	19.0	C	1999	29.9 \pm 2.6	24.2	34.6	198	R
F	90.0	17.0	C	1999	29.2 \pm 2,3	24.2	34.7	133	R
M	57.0	3.9	F	1999	25.0 \pm 3.9	19.4	35.4	176	R

M	58.0	4.0	F	1999	25.2 ± 4.8	17.4	37.2	139	R
M	63.5	6.0	F	1999	25.4 ± 4.1	17.4	35.1	272	R
M	75.0	10.0	C	1999	30.3 ± 2.7	23.4	36.2	167	R
M	79.0	10.0	F	1999	27.3 ± 5.4	19.2	35.1	16	R
M	80.5	13.0	C	1999	29.8 ± 2.1	24.0	35.1	209	R
M	83.5	15.0	C	1999	29.9 ± 3.1	23.6	35.7	162	R
M	88.5	16.5	C	1999	29.8 ± 2.8	23.0	35.1	227	R
M	89.0	12.0	F	1999	25.2 ± 3.6	20.0	36.1	188	R
M	99.0	22.0	F	1999	24.9 ± 3.7	17.4	33.7	326	R
M	101.0	22.5	C	1999	30.2 ± 2.9	23.6	35.4	166	R
M	105.0	29.0	C	1999	29.7 ± 2.8	23.5	35.3	218	R
M	111.0	28.0	F	1999	24.5 ± 3.9	17.6	34.2	296	R
M	115.0	39.0	C	1999	29.7 ± 2.7	24.1	35.8	213	R
M	122.0	42.0	F	1999	30.4 ± 1.2	27.5	31.5	11	R

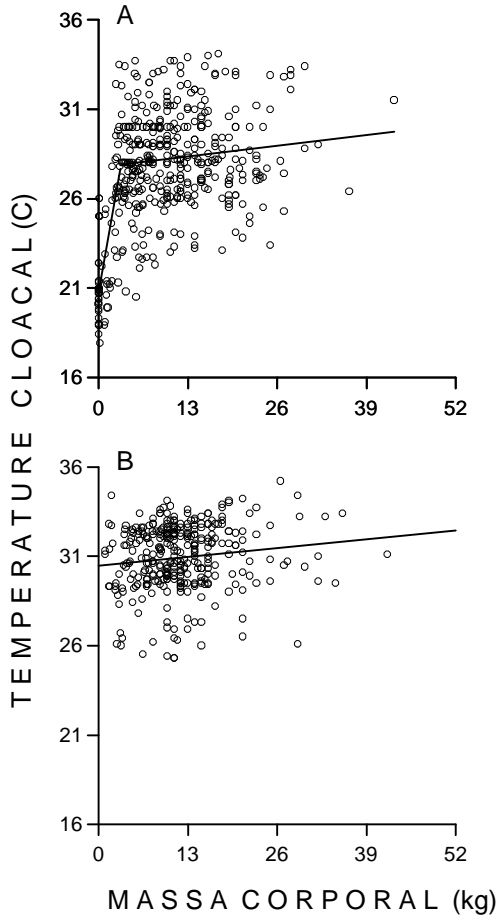


Fig. 7. Relação entre a temperatura cloacal, nas primeiras horas da noite, 18h30 às 22h e o peso corporal dos jacarés, durante os períodos de frio (A) e de calor (B).

Discussão

A temperatura corpórea de *Caiman crocodilus yacare*, na natureza, variou fortemente ao longo do ano, em virtude das variações nas temperaturas ambientais. Nos meses frios, com a alternância de dias frios e quentes, a temperatura média corpórea (25°C) foi mais baixa do que nos meses quentes do ano (30°C). As temperaturas corpóreas de outros crocodilianos, em cativeiro ou na natureza, registradas na literatura também apresentaram-se nessa mesma faixa (COLBERT *et al.*, 1946; COTT, 1961; JOHNSON, 1976; DIENFEBACH, 1975; GRIGG *et al.*, 1998).

As massas corpóreas dos jacarés variaram de 2 a 42kg, sendo significativa a média e a amplitude média da temperatura corporal dos jacarés em todas as estações. Na área de rio, as flutuações das amplitudes foram maiores do que na área de lagos. As flutuações das amplitudes médias foram de até 10°C mais altas para os jacarés pequenos e as menores flutuações eram registradas na estação quente. Vários autores têm discutido um possível efeito da massa corporal na temperatura dos crocodilianos (LANG, 1977; SMITH, 1979; DIEFENBACH, 1975; CAMPOS, 2002), mas somente GRIGG *et al.*, (1998) demonstraram efeito, apenas para grandes (> 100 kg) indivíduos de jacarés. A massa corpórea geralmente apresentava efeito pequeno nas médias diárias e nas flutuações das temperaturas dos jacarés, mas foi um fator considerado importante num período específico, notadamente para os pequenos jacarés em noite de estação fria, na área de rio.

No Pantanal, as frentes frias geralmente duram de 2 a 3 dias, com queda de temperatura de até 20°C, de um dia para outro. Na estação fria, nos dias quentes, os jacarés ficaram expostos ao sol, mas as temperaturas corporais raramente excederam a temperatura do ar. Nesse período, estavam aparentemente termorregulando e permaneceram fora da água para permitir que as temperaturas corporal e do ar relacionassem-se. Em dias frios, quando a temperatura do ar esteve mais baixa do que a da água, os jacarés mantiveram-se na água e sua temperatura corporal aproximou-se da temperatura da água.

Na estação quente, que coincidiu com o período seco no Pantanal, os jacarés permaneceram mais tempo em áreas sombreadas, tanto na terra como na água, do que expostos diretamente aos raios solares. Nesse período, sua temperatura corpórea esteve próxima da temperatura da água, apesar de se movimentarem entre a terra e a água. Os jacarés obtiveram temperaturas similares na água, ao sol e à sombra, em áreas sombreadas, e ensolaradas. Em muitos casos, quando as poças secavam e começavam a ficar rasas, os jacarés concentravam-se em áreas sombreadas da terra. Presumivelmente, a termorregulação não foi uma razão

primária para a maioria dos movimentos dos jacarés durante esse período, e eles mostraram-se aparentemente termoconformistas.

Muitos répteis alternam a exposição ao sol e à sombra para manter sua temperatura corpórea relativamente constante (ZUG, 1993). Os jacarés se deslocaram entre áreas ensolaradas e sombreadas e entre terra e água. No entanto, esses movimentos, aparentemente, tiveram pouco efeito nas suas temperaturas e comportamentos similares foram observados durante o dia e à noite. As temperaturas corpóreas dos jacarés variaram sazonalmente, sendo eles, incapazes ou relutantes em compensar as baixas temperaturas ambientais com o comportamento de termorregulação. Isso foi especialmente notado na estação quente, quando as temperaturas corpóreas raramente excederam as observadas nas poças e lagos.

Os jovens de *Caiman crocodilus yacare* normalmente permanecem ao sol, quando na terra, na superfície da água, nas margens dos lagos e sobre a vegetação aquática. No entanto, grupos de filhotes, tanto na natureza como em cativeiro, mostraram diferentes comportamentos diários de exposição ao sol, em diferentes dias, apesar de similares as temperaturas ambientais. Isto denota que o comportamento de exposição ao sol não foi primariamente utilizado para termorregulação. Os grupos de filhotes dos crocodilianos agregam-se para evitar predação e também para aumentar a eficiência da alimentação, independente da termorregulação (LANG, 1987). Como suas temperaturas corpóreas não foram medidas, não se pode determinar o efeito preciso da exposição ao sol nas temperaturas corpóreas. Filhotes de várias espécies de crocodilianos são termofílicos imediatamente depois de eclodidos, e tendem a reduzir suas temperaturas corpóreas após um mês (LANG, 1982; 1985). GRIGG e GANS (1993) consideraram crocodilianos primariamente termoconformes, como as pequenas tartarugas marinhas (READ *et. al.*, 1996).

Conclusão

A temperatura corporal de adultos *Caiman crocodilus yacare*, na natureza, apresenta alteração significativa, ao longo do ano, devido às variações nas temperaturas ambientais, entre as estações fria e quente. Nos meses frios, com a alternância de dias frios e quentes, a temperatura corporal média (25°C) foi mais baixa do que nos meses quentes do ano, quando chegou a 30°C. Na estação fria, os jacarés parecer estar termorregulando e mantém-se fora da água para que a temperatura corporal se aproxima da temperatura do ar. No entanto, o significado desse comportamento para sua sobrevivência e crescimento é ainda desconhecido.

Os jovens da espécie *Caiman crocodilus yacare* se expuseram ao sol tanto nas margens como na água rasa e entre a vegetação aquática. Os padrões de exposição ao sol para jacarés jovens, tanto em vida livre como em recintos fechados, foram semelhantes aos da temperatura ambiental. Portanto, não parece ser esse o comportamento primariamente usado para termorregulação.

Na estação quente, que coincidiu com o período seco no Pantanal, os jacarés permaneceram mais tempo em áreas sombreadas, tanto na terra como na água, do que expostos diretamente aos raios solares. Os jacarés podiam obter as mesmas temperaturas na água e na terra, em áreas sombreadas ou, muitas vezes, na terra, sob o sol. Presumivelmente, termorregulação foi um motivo secundário para a maioria dos movimentos dos jacarés, nessa época, e eles, aparentemente, poderiam ser considerados termoconformes. No entanto, esses movimentos parecem estar relacionados com outros fatores, sociais e reprodutivos.

Agradecimentos

O estudo representa parte da tese de doutorado de Zilca Maria da Silva Campos na Universidade Federal de Minas Gerais, com a orientação de Gustavo Fonseca e William Magnusson, e foi financiada pela Embrapa Pantanal, WWF-USA, Fundação O Boticário e Conservation International-Brasil. A licença para captura foi emitida pela Agência Ambiental Brasileira (IBAMA). Agradecemos a Francisco Alves da Costa (*in memoriam*), Procópio de Almeida Miranda, Luís Fernandes Espinosa, José Augusto Dias da Silva, Vandir Dias da Silva e Henrique de Jesus pela indispensável ajuda nas capturas dos jacarés. Em especial, agradecemos a fazenda Campo, na pessoa do proprietário Luís Gomes e filho, e a todos os seus funcionários, pela acolhida e ajuda nas etapas de campo.

Referências Bibliográficas

- ALMANDARZ, E. The use of chilled water to transfer adult crocodilains. **International Zoo Yearbook**, London, v.15, p.171-172, 1975.
- CAMPOS, Z. Effect of habitat on survival of eggs and sex ratio of hatchlings of *Caiman Crocodilus Yacare* in the Pantanal - Brazil. **Journal of Herpetology**, Lawrence, v.27, n.2, p.127-132, 1993.
- CAMPOS, Z. Comportamento de termorregulação, movimento, área de uso e suas implicações para o manejo do jacaré-do-Pantanal (*Caiman crocodilus yacare*). 2002. 115 p. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo de vida silvestre) -- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- COLBERT, E. H.; COWLES, R. B.; BOGERT, C. M. Temperature tolerances in the american alligator and their bearing on the habitats, evolution, and extinction of the dinosaurs. **Bulletin of the American Museum Naturalist History**, v.86, n.7, p.327-374, 1946.
- COTT, H. B. Scientific results of an inquiry into the ecology and economic status of the Nile crocodile (*Crocodylus Niloticus*) in Uganda and Northern Rhodesia. **Transactions of the Zoological Society London**, London, v.29, p.211-356, 1961.
- COUTINHO, M.; CAMPOS, Z. Effect of habitat and seasonality on the densities of caiman in southern Pantanal - Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.12, n.5, p.741-747, 1996.
- DIEFENBACH, C. O. Thermal preference and thermoregulation in *Caiman crocodilus*. **Copeia**, Washington, p.530-540, 1975.
- FERGUSON, M. W. J.; JOANEN, T. Temperature-dependent sex determination in alligator mississippiensis. **Journal Zoology (Lond)**, v.200, p.143-177, 1983.
- GRIGG, G. C.; ALCHIN, J. The role of the cardiovascular system in thermoregulation of *Crocodylus johnstoni*. **Physiological Zoology**, Chicago, v.49, n.1, p.24-36, 1976.

GRIGG, G. C.; GANS, C. Crocodilia: morphology and physiology of the crocodylia. In: ROSS, G. J. B.; BEASLEY, P. L. (Eds.). Fauna of Australia: amphibia and reptilia. Canberra, Australia: Australian Government Publ. Serv.: Australian Capital Territory, 1993. v. 2, pp. 326-336.

GRIGG, G.; SEEBACHER, F.; BEARD, L.; MORRIS, D. Thermal relations of large crocodiles, free-ranging in a naturalistic situation. **Proceedings of Royal Society London**, v.265, p.1793-1799, 1998.

JOANEN, T.; Mc'NEASE, L. The management of alligators in Louisiana, USA. In: WEBB, G. J. W.; MANOLIS, S. C.; WHITEHEAD, P. J. (Eds.). Wildlife management: crocodiles and alligators. Chipping Norton, N.S.W., AU: Surrey Beatty and Sons, 1987. p.33-42.

JOHNSON, C. R. Thermoregulation in crocodiles - I. head - body temperature control in the papuan - New Guinean crocodiles, *Crocodylus novaeguineae* and *Crocodylus Porosus*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Elmsford, v.49A, p.3-28, 1974.

JOHNSON, C. R.; WEBB, G. J. W.; TANNER, C. Thermoregulation in crocodilians-II. a telemetric study of body temperature in the Australian crocodiles, *Crocodylus Johnstoni* and *Crocodylus porosus*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Elmsford, v.53A, p.143-146, 1976.

LANG, J. W. Studies of the thermal behavior and body temperature of crocodilians. Unpublication, Thesis (Phd) -- University of Minnesota, Minneapolis, 1977.

LANG, J. W. Ontogeny of thermal preference in young American alligators. **American Zoologist**, Thousand Oaks, v.22, p.864, 1982.

LANG, J. W. Incubation temperature affects thermal selection of hatchlings crocodiles. **American Zoologist**, Thousand Oaks, v.25, p.18A, 1985.

LANG, J. W. Crocodilian thermal selection. In: WEBB, G. W.; MANOLIS, S. C.; WJITEHEAD, P. J. (Eds.). Wildlife management: crocodiles and alligators. Chipping Norton, NSW, AU: Surrey Beatty & Sons, 1987. p. 301-17.

Mc'ILHENNY, E. A. The Alligator's life history. Boston: Christopher Publ. House, 1935. 117 p.

PRITCHARD, P. C. H.; GREENHOOD, W. F. The sun and the turtle. **International Turtle and Tortoise Society Journal**, New York, v.2, p.20-25, 1968.

READ, M. A.; GRIGG, G. C.; LIMPUS, C. J. Body temperatures and winter feeding in immature green turtles, *Chelonia Mydas*, in Moreton Bay, Southeastern Queensland. **Journal of Herpetology**, Lawrence, v.30, n.2, p.262-265, 1996.

SEEBACHER, F.; GRIGG, G. C. Patterns of body temperature in wild freshwater crocodiles, *Crocodylus Johnstoni*: themoregulation versus thermoconformity, seasonal acclimatization, and effect of social interactions. **Copeia**, Washington, v.3, p.549-557, 1997.

SMITH, E. N. Cutaneous heat flow durang heating and cooling in *Alligator mississippiensis*. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v.230, n.5, p.1205-1210, 1976.

SMITH, E. N. Behavioral and physiological termoregulation of crocodilians. **American Zoologist**, Thousand Oaks, v.19, p.239-247, 1979.

ZUG, G. R. Homeostasis: air, heat, and water. In: *Introductory biology of amphibions and reptiles*. San Diego: Academic Press, 1993. p.235-254.



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

Rua 21 de setembro, 1880 - Caixa Postal 109

CEP 79320-900 Corumbá-MS

Telefone: (67)233-2430 Fax (67) 233-1011

<http://www.cpap.embrapa.br>

email: sac@cpap.embrapa.br

**Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento**