

PERFORMANCE LOCOMOTORA ENTRE *Bothrops jararacussu* (SERPENTES, VIPERIDAE) VERSUS *Spilotes pullatus* (SERPENTES, COLUBRIDAE)

José Geraldo Pereira da Cruz¹

RESUMO

As serpentes são ativas durante o dia ou à noite com profundas conseqüências para os aspectos comportamentais. O ritmo circadiano é examinado por meio da atividade em diferentes tempos do dia em *Spilotes pullatus* e *Bothrops jararacussu* nas condições de ciclo normal (dia/claro e noite/escuro), durante o inverno. Análises estatísticas dos resultados revelaram diferenças significativas ao longo dos intervalos de tempo, usando o teste de Tukey. Assim, comparações interespecíficas na habilidade locomotora demonstraram que as espécies são ativas em diferentes tempos do dia, coincidente com os tempos ecologicamente relevantes para os ciclos diários.

Palavras-chave: locomoção, ritmo circadiano, serpentes.

ABSTRACT

Locomotor performance in *Bothrops jararacussu* (Serpentes, Viperidae) versus *Spilotes pullatus* (Serpentes, Colubridae)

Whether snakes are active at night or during the day has profound consequences for many aspects of their behavioral. The circadian rhythm of the mean activity was examined for variation the time of day in *Spilotes pullatus* and *Bothrops jararacussu* in normal cycle (day/light and night/dark) conditions, during wintertime. Thus, interespecific comparisons of locomotor are abilities demonstran by species active at different times of day; coincide with the ecologically relevant times within the daily cycle.

Key words: circadian rhythm, locomotion, snakes.

INTRODUÇÃO

A grande diversidade de serpentes determina uma variedade de comportamento em função do ciclo circadiano. Existem animais de hábitos noturnos, diurnos e crepusculares, bem como animais que requerem menor ou maior grau de radiação luminosa diária. Os ciclos circadianos endógenos e exógenos são influenciados por fatores como as variações diárias de luminosidade e de temperatura (MOORE, 2001). Ao contrário dos animais termoindependentes, os termodependentes como *B. jararacussu* (Lacerda, 1884) e *Spilotes pullatus* (Linnaeus, 1758) apresentam temperatura corporal influenciada principalmente pelo ambiente, capaz de restringir as atividades fisiológicas e comportamentais destes animais.

Animais termodependentes regulam a temperatura corporal ajustando as relações entre as características térmicas e o meio ambiente, sendo que em muitos animais o ritmo circadiano, a temperatura corporal e atividade locomotora mostraram diferenças em períodos de livre atividade; sendo que a temperatura corporal não causa atividade motora, sugerindo dessincronização interna dos ritmos influenciados pela temperatura e luminosidade (TOSINI & MENAKER, 1995).

Comparações interespecíficas em relação à habilidade motora são muito utilizadas, podendo fornecer uma medida de nicho fundamental para examinar muitos acontecimentos, incluindo o uso do habitat ou recursos em relação à interação entre espécies (VAN DAMME & VANHOOYDONCK, 2001).

Recebido em: 11.09.06; aceito em: 20.11.06.

¹ Centro de Ciências Exatas e Naturais – Departamento de Ciências Naturais – Universidade Regional de Blumenau – Rua Antônio da Veiga, 140, CEP 89010-971, Blumenau, SC. <jgacruz@furb.br>.

O objetivo do presente trabalho foi determinar os períodos de atividade motora e a distância percorrida num período de 24 horas pela caninana (*Spilotes pullatus*, Serpentes: Colubridae) e jararacuçu (*Bothrops jararacussu*, Serpentes: Viperidae) fazendo uma análise comparativa das respostas comportamentais destes ofídios, para verificar o ritmo circadiano em condições de laboratório.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no período de 24 horas com serpentes mantidas em condições de ciclo claro/escuro ambiental 12:12 (dia/claro e noite/escuro) entre 7 e 19 horas, no inverno. Foram estudadas quatro *S. pullatus* de 7 meses de idade, pesando em média $24,9 \pm 1,8$ g e comprimento médio de $21,3 \pm 0,8$ cm e, quatro *B. jararacussu* de 18 meses de idade, pesando em média $28,0 \pm 3,6$ g e comprimento médio de $15,6 \pm 0,7$ cm; obtidos no serpentário da Universidade Regional de Blumenau (FURB), no Estado de Santa Catarina, Brasil (Certificado de Registro de Criadouro da Fauna Silvestre – 900238/IBAMA).

A avaliação da performance locomotora foi filmada no laboratório do serpentário, com temperatura ambiente de $24 \pm 1^\circ$ C e umidade relativa do ar de $56 \pm 2\%$, utilizando-se a arena em campo aberto (**open field**). O teste do campo aberto consistiu na mensuração das variáveis da atividade motora e locomotora dos indivíduos experimentais, colocados em uma arena limitada por uma parede circular segundo BROADHURST (1960). O interior desta arena, de 75 cm de diâmetro, foi pintado de preto e seu assoalho foi subdividido em segmentos de linhas brancas para formar 19 espaços iguais. A taxa de ambulação foi aferida a partir da anotação do número de setores desenhados no chão do aparelho que são transpassados pelo animal e os tempos gastos nas atividades motoras foram cronometrados nas bordas e no centro do campo aberto, durante o período de 24 horas (claro/escuro).

Para análise de variância, os dados foram coletados em intervalos de 2 horas. Após ser observada a significância do teste F da análise de variância menor que 5% ($p < 0,05$), procedeu-se ao emprego do teste de Tukey para comparação das médias duas a duas.

RESULTADOS

O tempo de maior imobilidade para *B. jararacussu* ocorreu entre 2 e 14 horas, com atividade motora entre 16 e 24 horas e maior intensidade às 20 horas.

A análise de variância apresentou significância do teste F para o tempo de mobilidade ($F = 46,087$; $p < 0,0001$); com o teste de Tukey mostrando diferenças significativas para os períodos compreendidos entre 2 e 14 horas, quando comparados com os outros períodos ($p < 0,05$). A *S. pullatus* mostrou atividade motora entre 12 e 18 horas e maior intensidade às 16 horas. A análise de variância apresentou significância do teste F para o tempo de atividade motora da *S. pullatus* ($F = 20,022$; $p < 0,0001$); com o teste de Tukey mostrando diferenças significativas para os períodos entre 12 e 20 horas, quando comparado com os outros períodos ($p < 0,05$) (Figura 1).

A movimentação da *B. jararacussu* no do campo aberto ocorreu entre 16 e 24 horas, com picos máximos entre 18 e 20 horas. A análise de variância apresentou significância do teste F para a movimentação no campo aberto ($F = 98,174$; $p < 0,0001$); com o teste de Tukey mostrando diferenças significativas para os períodos compreendidos entre 16 e 24 horas, quando comparados com os outros períodos ($p < 0,05$). A *S. pullatus* se movimentou entre 12 e 18 horas, apresentando maior intensidade às 14 horas. A análise de variância apresentou significância do teste F para a distância percorrida pela *S. pullatus* no campo aberto ($F = 60,938$; $p < 0,0001$); com o teste de Tukey mostrando diferenças significativas para os períodos entre 12 e 18 horas, quando comparado com os outros períodos ($p < 0,05$) (Figura 2).

Análise de variância mostrou que a atividade motora de *B. jararacussu* e de *S. pullatus* foram maiores nas bordas do campo aberto que no centro ($F = 43,102$; $p < 0,0001$), sendo que as distâncias percorridas pela *S. pullatus* nesta região foram mais significativas que da *B. jararacussu* ($F = 41,455$; $p < 0,0001$). O teste de Tukey mostrou que a porcentagem da atividade motora em relação ao tempo total de 24 horas da *S. pullatus* foram maiores nas bordas do campo aberto ($20,38 \pm 0,5\%$) que da *B. jararacussu* ($18,97 \pm 0,7\%$), sendo esta porcentagem de atividade motora maior no centro para *B. jararacussu* ($2,5 \pm 0,1\%$) que para *S. pullatus* ($2,3 \pm 0,1\%$) ($p < 0,05$). O teste de Tukey também mostrou que as distâncias percorridas pela *S. pullatus* na borda do campo aberto ($95,95 \pm 2,5$ m) era maior que da *B. jararacussu* ($63,45 \pm 2,9$ m) ($p < 0,001$) e que a distância percorrida no centro do campo aberto pela *B. jararacussu* ($16,6 \pm 0,7$ m) era maior que da *S. pullatus* ($9,3 \pm 0,6$ m) ($p < 0,05$) (Figura 3).

Assim, atividade motora e distâncias percorridas apresentam uma relação direta com apenas um pico,

com a *B. jararacussu* utilizando parte do período noturno e *S. pullatus* parte do diurno. Observou-se uma maior porcentagem do tempo de mobilidade e distância percorrida nas bordas do campo aberto para *S. pullatus*, com relação inversa na distância percorrida no centro para *B. jararacussu*.

DISCUSSÃO

O ritmo biológico que está presente em todos os seres vivos é uma função determinada geneticamente, sendo um exemplo de adaptação filogenética ao ambiente (CIPOLLA-NETO et al., 1988), possuindo uma oscilação auto-sustentada com características específicas, incluindo período, amplitude e fase, sincronizados em ciclos de 24 horas de claro/escuro. Variações dos mecanismos circadianos exógenos e endógenos comandam praticamente todas as relações fisiológicas periódicas do organismo durante este período (HARKER, 1958), permitindo que este antecipe e enfrente modificações ambientais (CIPOLLA-NETO et al., 1988).

De acordo com os dados obtidos, atividade motora de *S. pullatus* e *B. jararacussu* sofrem flutuações diárias regulares, com a finalidade de prepará-las, de maneira antecipada, para enfrentar modificações previamente estabelecidas pelo ambiente, como às alternâncias do dia e da noite. As duas espécies de serpentes estudadas apresentam diferentes padrões de atividade, com a *S. pullatus* mais ativas durante parte do período diurno e *B. jararacussu* parte do período noturno (Figura 1 e 2). Na natureza a atividade motora destas serpentes depende de fatores intrínsecos como o estado reprodutivo ou a dieta, bem como de fatores extrínsecos como a disponibilidade de presas (ANDREN, 1982), sendo também influenciada por variações sazonais e condições atmosféricas locais (SHINE & LAMBECK, 1990; LLEWELYN, et al., 2005).

O período de inatividade da *B. jararacussu* mostrou-se amplamente diurno, o que está de acordo com resultados obtidos para outras espécies do mesmo gênero como *B. moojeni* (LELOUP, 1984), *B. jararaca* (SAZIMA & MANZAINI, 1995) e *B. neuwiedi* (BORGES & ARAÚJO, 1998). Embora alguns destas espécies coexistam no mesmo bioma, utilizam-no de forma diferente. Enquanto *B. moojeni* utiliza predominantemente a mata e o ecótono, *B. neuwiedi* encontra-se amplamente restrita a formações abertas como cerrados e campos (BORGES & ARAÚJO, 1998). Dados relacionados à soltura e recaptura indicam que

a *B. moojeni* utiliza áreas pequenas por longos períodos, causada pela baixa mobilidade da espécie, sendo mais ativas durante os meses mais quentes e úmidos (OLIVEIRA & MARTINS, 2002; SAZIMA, 1992; VALDUJO et al., 2002).

A presença de picos diferentes de atividade observados nas condições experimentais sugere que atividades de forrageio da *S. pullatus* em condições naturais não sejam os mesmos da *B. jararacussu*. A *S. pullatus* é uma serpente semi-arbórea, vivendo em micro-habitat onde seu corpo longilíneo é capaz de gerar rápidos movimentos, fundamental para captura de presas ou a fuga de predadores, estando bem integrada à vegetação onde vive (VAN DAMME & VANHOOYDONCK, 2001). *B. jararacussu* ao contrário, possui seu micro-habitat no meio terrestre, com maior massa corporal e estratégias diferentes da *S. pullatus* para obter seu alimento, apresentando uma menor mobilidade devido às pressões evolutivas sofridas neste micro-habitat, apesar coexistirem no bioma mata atlântica. A atividade de forrageamento é modulada de acordo com a distribuição espacial dos recursos, sendo desenhada para a predação eficiente de um recurso chave.

Na natureza, outros fatores podem influenciar a capacidade de locomoção destas serpentes, além do micro-habitat e da morfologia corporal. O sexo e estado de reprodução (grávida ou não-grávida) seriam um destes fatores. *S. pullatus*, por ser uma serpente ovípara, apresenta uma maior atividade durante o estado reprodutivo que *B. jararacussu*; já que estas últimas devem carregar seus filhotes durante todo o seu desenvolvimento, dificultando sua locomoção (SHINE et al., 2003; SHINE, 2006).

No campo aberto a maior porcentagem tempo de mobilidade e distância percorrida pela *S. pullatus* e *B. jararacussu* ocorreram nas bordas, mostrando que a parede circular que delimita esta arena, possivelmente transmita certo grau de segurança a estes animais, diminuindo seu grau de ansiedade, quando comparado com o centro do campo aberto. Possivelmente, a maior distância percorrida pela *B. jararacussu* no centro do campo aberto estaria relacionado ao meio terrestre onde vivem, onde as pressões para procura de alimento, muitas vezes estimulam a se movimentarem em áreas abertas; enquanto a *S. pullatus* prefere se arriscar menos e ficar próxima à segurança da região de mata (BROADHURST, 1960).

Os resultados obtidos sugerem que a luz desempenha um papel importante no ritmo circadiano relacionados à atividade motora e locomoção da *S. pullatus* e

da *B. jararacussu*, uma vez que as medidas realizadas durante o período de 24 horas mostraram picos nestes parâmetros comportamentais. Estas diferenças comportamentais demonstram como estes animais adaptam-se ao meio ambiente numa ampla gama de variações externas, incrementando desta maneira a sua eficácia biológica.

Devido à inexistência de maiores informações sobre o ritmo circadiano de *S. pullatus* e *B. jararacussu* relacionados à atividade motora e períodos de locomoção, serão necessários novos experimentos para uma confirmação de que o ritmo apresentado é do tipo exógeno, através da realização de experimentos em condições constante (durante 24 horas) de claro ou escuro, e com inversão de ciclo claro/escuro ambiental 12:12 (dia/escuro e noite/claro).

CONCLUSÕES

Atividade motora e locomotora de *S. pullatus* e *B. jararacussu* sofrem flutuações diárias regulares, com a *B. jararacussu* utilizando parte do período noturno e *S. pullatus* parte do diurno. Estas comparações interespecíficas obtidas em laboratório demonstram que estes animais diferem quanto o aproveitamento dos recursos encontrados no seu habitat.

REFERÊNCIAS

- ANDREN, C. Effect of prey density on reproduction, foraging and other activities in the adder, *Vipera berus*. **Amphibia-Reptilia**, Pisa, v. 3, p. 81-96, 1982.
- BORGES, R. C.; ARAÚJO, A. F. B. Seleção de hábitat em duas espécies de jararaca (*Bothrops moojeni* Hoge e *B. neuwiedi* Wagler) (Serpentes, Viperidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 4, p. 591-601, 1998.
- BROADHURST, P. L. Experiments in psychogenetics. In: EISENK, H. J. **Experiments in Personality**. London: Routledge and Kegan Paul, 1960. p. 31-71.
- CIPOLLA-NETO, J.; MARGUES, N.; MENNA-BARRETO, L.S. **Introdução ao estudo da cronobiologia**. São Paulo: Icone Edusp, 1988. 270p.
- HARKER, J. E. Diurnal rhythms in the animal Kingdom. **Review of Biology**, Chicago, v. 33, p. 1-52, 1958.
- LELOUP, P. Various aspects of venomous snake breeding on a large scale. **Acta Zoologica et Pathologica Antverpiensia**, Antverpiensia, v. 78, p. 177-198, 1984.
- LLEWELYN, J.; SHINE, R.; WEBB, J. K. Thermal regimes and diel activity patterns of four species of small elapid snakes from south-eastern Australia. **Australian Journal of Zoology**, Sydney, v. 53, p. 1-8, 2005.
- MOORE, D. Honey bee circadian clocks: behavioral control from individual workers to whole-colony rhythms. **Journal of Insect Physiology**, Columbus, v. 47, p. 843-857, 2001.
- OLIVEIRA, M. E.; MARTINS, M. When and where to find a pitviper: activity patterns and habitat use of the lancehead, *Bothrops atrox*, in central Amazonia, Brazil. **Herpetological Natural History**, Victorville, v. 8, p. 101-110, 2002.
- SAZIMA, I. Natural History of the *Jararaca pitviper*, *Bothrops jararaca*, in southeastern Brazil. In: CAMPBELL, J. A.; BRODIE, E. D. (Eds.). **Biology of Pitvipers**, 1992. p. 199-216.
- SAZIMA, I.; MANZANI, P. R. As cobras que vivem numa reserva florestal urbana. In: MORELLATO, L. P. C.; Leitão-Filho H. F. (Eds.). **Ecologia e preservação de uma Floresta Tropical Urbana**: Reserva de Santa Genebra. Campinas: Ed. Unicamp, 1995. p. 78-82.
- SHINE, R. Is increased maternal basking an adaptation or a pre-adaptation to viviparity in lizards? **Journal of Experimental Zoology Part A Comparative Experimental Biology**, New Haven, v. 305, n. 6, p. 524-535. 2006.
- SHINE, R.; LAMBECK, R. Seasonal shifts in the thermoregulatory behaviour of Australian blacksnakes. *Pseudechis porphyriacus*. **Journal of Thermal Biology**, Durham, v. 15, p. 301-305, 1990.
- SHINE R.; SHINE, T.; SHINE, B. G. Intraspecific habitat partitioning by the sea snake *Emydocephalus annulatus* (Serpentes, Hydrophiidae): the effects of sex, body size, and colour pattern. **Biological Journal of the Linnean Society**, London, v. 80, p. 1-10, 2003.
- TOSINI, G.; MENAKER, M. Circadian rhythm of body temperatures in an ectotherm (*Iguana iguana*). **Journal Biology Rhythms**, Illinois, v. 10, n. 3, p. 248-255, 1995.
- VALDUJO, P. H.; NOGUEIRA, C.; MARTINS, M. Ecology of *Bothrops neuwiedi pauloensis* (Serpentes: Viperidae: Crotalinae) in the Brazilian Cerrado. **Journal of Herpetology**, Salt Lake City, v. 36, p. 169-176, 2002.
- VAN DAMME, R.; VANHOOYDONCK, B. Origins of interspecific variation in lizard sprint capacity. **Functional Ecology**, London, v. 15, p. 186-202, 2001.

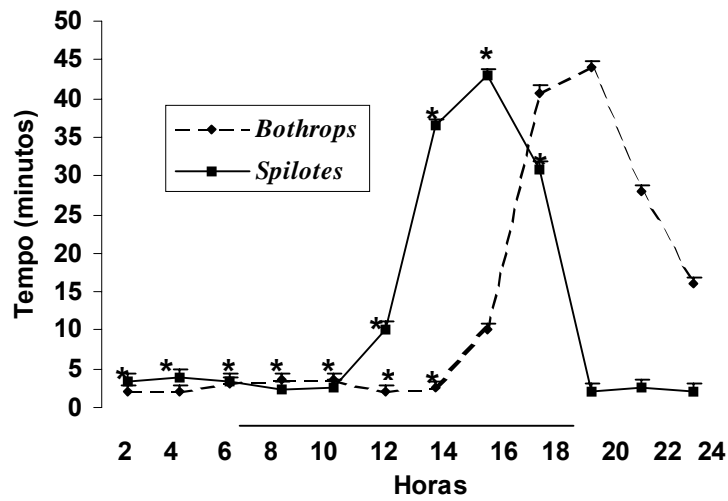


Fig. 1. Variações na atividade motora durante período de 24 horas de *Bothrops jararacussu* e da *Spilotes pullatus*. A barra no eixo das horas representa o período de dia/claro. O teste de Tukey mostrou diferenças significativas na atividade motora de *Bothrops jararacussu* entre 2 e 14 horas e para *Spilotes pullatus* entre 12 e 18 horas, quando comparado com os outros períodos ($n = 4$, * $p < 0,05$).

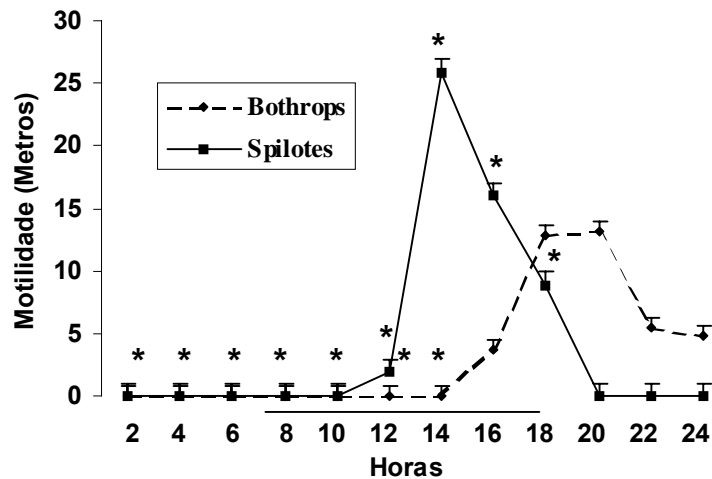


Fig. 2. Variações na movimentação em campo aberto da *Bothrops jararacussu* e *Spilotes pullatus* durante período de 24 horas. A barra no eixo das horas representa o período de dia/claro. O teste de Tukey mostrou diferenças significativas nas distâncias percorridas pela *Bothrops jararacussu* entre 16 e 24 horas e para *Spilotes pullatus* entre 12 e 18 horas, quando comparado com os outros períodos ($n = 4$, * $p < 0,05$).

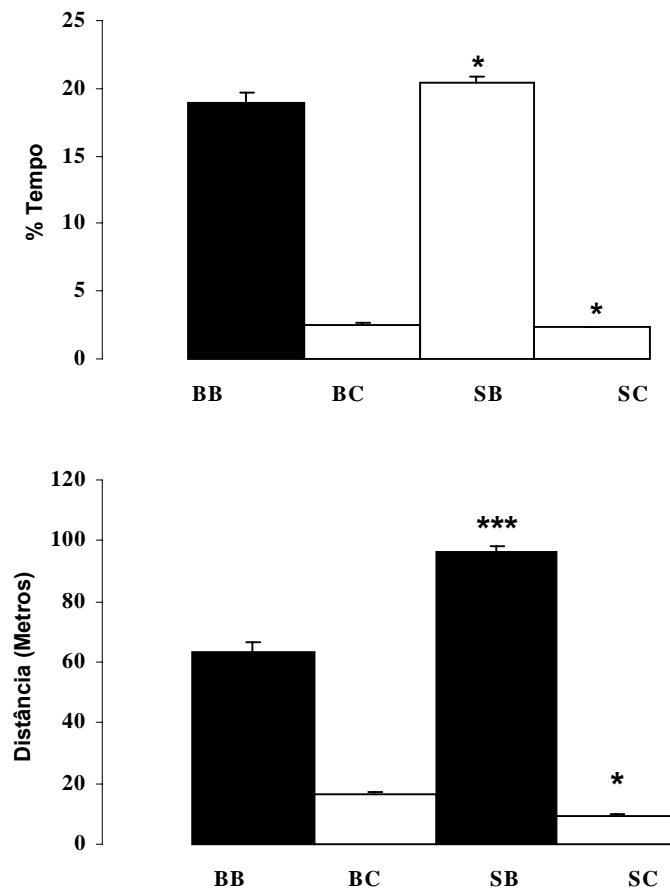


Fig. 3. O gráfico superior da figura mostra a porcentagem do tempo de mobilidade nas bordas e no centro do campo aberto, enquanto o gráfico inferior a distância percorrida num período de 24 horas, para *Bothrops jararacussu* (BB = borda; BC = centro) e *Spilotes pullatus* (SB = borda; SC = centro). As colunas representam as médias e as barras os erros padrões da média de 4 animais para cada espécie. O teste de Tukey mostrou que a *Spilotes pullatus* apresentou uma maior %tempo nas bordas do campo aberto (* $p < 0,05$) e percorre uma maior distância que a *Bothrops jararacussu* (** $p < 0,001$). Também mostrou que a % tempo e a distância percorrida no centro para *Bothrops jararacussu* é maior que para *Spilotes pullatus* (* $p < 0,05$).