

# O USO DE CLAREIRAS NATURAIS EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS PELA COMUNIDADE DE LAGARTOS HELIOTÉRMICOS EM ÁREA DE FLORESTA TROPICAL DE TERRA FIRME NA AMAZONIA CENTRAL

Fernanda de Pinho Werneck

## 1. INTRODUÇÃO

Clareiras naturais podem ser definidas como interrupções na continuidade do dossel da floresta formadas pela queda de uma ou várias árvores seqüencialmente, apresentando grande amplitude de formas, tamanhos e condições microclimáticas (Brandani *et al.*, 1988; Brokaw, 1982; Denslow, 1980). Ventos fortes, chuvas e solos alagados ou de fraca estrutura são os agentes mais comumente associados à formação de clareiras, que apresentam papel essencial na dinâmica de regeneração da vegetação e na formação de um mosaico espaço-temporal em diferentes estágios sucessionais nas florestas tropicais (Denslow & Hartshorn, 1994; Whitmore, 1990). Por apresentarem microclima com maior disponibilidade de luz, maiores temperaturas e menor umidade do que áreas de floresta não perturbadas, as clareiras formam sítios preferenciais críticos para a colonização e manutenção de populações animais e vegetais dependentes dessas condições. Apesar de ser conhecido que mudanças microclimáticas podem afetar a abundância e a distribuição das espécies animais, estudos que investigam os efeitos da formação de clareiras sobre a sucessão de fauna são incipientes quando comparados aos estudos do processo de sucessão vegetal nas clareiras naturais (Gitzen & West, 2002; Lima *et al.*, 2001).

Em geral, em animais ectotérmicos como os lagartos, o padrão de seleção de microhabitat é influenciado pelas temperaturas ambientais (Pianka & Vitt, 2003; Belliure & Carrascal, 2002; Lima *et al.*, 2001; Melville & Schulte II, 2001; Vitt *et al.*, 1998). Estudos que mostram o uso preferencial de clareiras como sítios ideais de termorregulação para a manutenção de temperaturas corpóreas elevadas já foram realizados para algumas espécies de lagartos na região tropical (Greenberg, 2001; Lima *et al.*, 2001; Vitt *et al.*, 1998; Vitt *et al.*, 1997). Entretanto, esses estudos focalizaram clareiras antropogênicas formadas pelo desmatamento seletivo, e não investigaram o uso das clareiras naturais pela comunidade de lagartos.

Uma vez que a abertura do dossel das clareiras muda ao longo do processo de sucessão (Whitmore, 1990), também o uso destas pela comunidade de lagartos pode mudar (Vitt *et al.*, 1998). Sob essa ótica, espera-se que lagartos heliotérmicos, que necessitam de incidência solar direta para termorregular, sejam positivamente influenciados pela formação de clareiras e tenham sua abundância diminuída com o avanço da idade e, conseqüentemente, do fechamento do dossel das clareiras.

A compreensão do uso das clareiras naturais pela comunidade animal possui importante implicação para a conservação e restauração da fauna tropical dado que o desmatamento seletivo forma um mosaico de clareiras na floresta que, assim como as clareiras naturais, podem afetar as espécies de modo diferencial, levando à alteração da composição da comunidade em questão (Lima *et al.*, 2001; Heinen, 1992). Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi investigar a influência dos fatores ambientais de clareiras naturais em diferentes estágios sucessionais na composição da comunidade de lagartos heliotérmicos em uma área de floresta de terra firme, na Amazônia Central. As seguintes questões foram avaliadas mais especificamente: (1) existe variação na riqueza de lagartos heliotérmicos que usa clareiras ao longo do processo de sucessão? (2) espécies de lagartos heliotérmicos são mais abundantes em clareiras recém formadas quando comparados a clareiras antigas? (3) existe associação entre as espécies de lagartos heliotérmicos e parâmetros ambientais que condicionam a heterogeneidade e o microclima das clareiras?

## 2. MATERIAL & MÉTODOS

### 2.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na reserva do Km 41 (02° 24' S, 59° 52' W), pertencente ao projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (INPA/Smithsonian), localizada na estrada vicinal ZF – 3, rodovia BR 174, a cerca de 80 km de Manaus. A área caracteriza-se por uma formação vegetal de floresta de terra firme, com dossel médio de 35 m e emergentes ocasionais de até 55m, e sub-bosque dominado por palmeiras (Pires & Prance, 1985). A pluviosidade média anual na região é de 2200 mm e a temperatura média anual é de 26,7 °C (RADAMBRASIL, 1978).

### 2.2. CENSO DOS LAGARTOS

Durante cinco dias do mês de julho de 2004 foram selecionadas clareiras com diferentes aberturas de dossel, que foi o parâmetro utilizado como um indicativo de tempo de formação das clareiras. Em cada uma das clareiras foram realizados censos visuais das espécies de lagartos heliotérmicos com atividade sobre solo. Nas horas mais quentes do dia (entre 9:00 e 14:30h) as clareiras foram percorridas lentamente ao longo do seu perímetro, da maior largura e do maior comprimento. Para cada indivíduo avistado foi anotado a espécie, hora, temperatura do ar a altura do peito (termômetro de registro rápido Miller-Weber) e categoria

de microhabitat utilizado (sobre tronco caído, sobre galhada da árvore caída, sobre folha ou chão). As identificações e a classificação em espécies heliotérmicas foram realizadas segundo dados disponíveis na literatura (Vitt *et al.*, 1998; Ávila-Pires, 1995).

### 2.3. PARÂMETROS AMBIENTAIS

Parâmetros ambientais foram estimados para investigar a associação entre a riqueza e abundância dos lagartos heliotérmicos e a idade e heterogeneidade das clareiras. Os parâmetros ambientais obtidos para cada clareira foram: 1) grau de abertura do dossel, medido com o uso de esferodensímetro, nas quatro direções cardinais no centro das clareiras; 2) densidade de arbustivas, estimada pela contagem do número de intersecções que uma vareta de 50 cm de raio girada 360° a 50cm e a 1 m do solo apresentou; 3) cobertura e profundidade do folhicho, medidas a partir do número de folhas e profundidade do folhicho interceptadas por um espeto de madeira. As variáveis ambientais 2 e 3 foram medidas quatro vezes (uma vez em cada extremidade e duas vezes no centro) e, para efeito das análises estatísticas, foram tratadas como médias por clareiras. Além das variáveis ambientais, o maior comprimento e a maior largura perpendiculares das clareiras foram medidos com o uso de trena para a estimativa da área da clareira a partir da fórmula da área da elipse ( $\text{Área} = \text{D} \times \text{comprimento} / 2 \times \text{largura} / 2$ ).

### 2.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A associação entre as abundâncias das espécies de lagartos (em número de indivíduos/hora de censo) e a abertura do dossel (como um indicativo de tempo de formação das clareiras) foi investigada com o uso de regressões lineares. Uma vez que durante o censo foi observada riqueza praticamente constante, as análises destinadas a avaliar a existência de variação na riqueza de lagartos heliotérmicos ao longo da sucessão vegetacional nas clareiras não foram realizadas.

Foi realizada uma análise de componentes principais (PCA) sobre uma matriz de correlação dos parâmetros ambientais originais com o objetivo de caracterizar as relações entre as variáveis ambientais, a semelhança entre as clareiras estudadas e produzir um índice de heterogeneidade ambiental a partir do primeiro componente principal. A associação entre as abundâncias das espécies de lagartos (em número de indivíduos/hora de censo) e a heterogeneidade ambiental (a partir do primeiro componente principal) foi investigada com o uso de regressões lineares.

As análises estatísticas foram realizadas com o programa SYSTAT (Wilkinson, 1990) e o nível de significância considerado foi de 5%.

## 3. RESULTADOS

No total, 52 indivíduos foram avistados nas nove clareiras naturais estudadas. As espécies de lagartos heliotérmicos terrestres que fazem amplo uso das clareiras naturais na área de floresta tropical estudada são: *Ameiva ameiva* (Teiidae), *Kentropyx calcarata* (Teiidae) e *Mabuya nigropunctata* (Scincidae) (Figura 1). A despeito do tempo de formação das clareiras, a espécie mais freqüente foi *Mabuya nigropunctata*, respondendo por 55,8% das observações. Já *Ameiva ameiva* foi a espécie menos freqüente, estando presente em apenas quatro das nove clareiras estudadas ( $n = 6$ ). Consideradas as nove clareiras, o número de indivíduos por hora de censo variou entre 3,45 e 10,67.

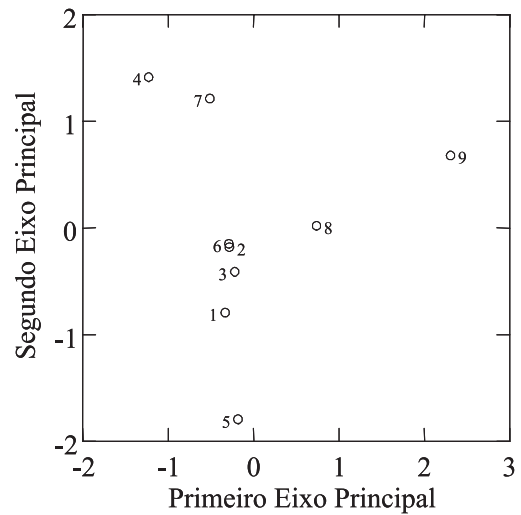
A temperatura média do ar no momento do avistamento dos indivíduos de *A. ameiva*, *K. calcarata* e *M. nigropunctata* foi de  $29,2 \pm 0,8$  °C ( $n = 6$ );  $28,9 \pm 0,8$  °C ( $n = 17$ ) e  $28,8 \pm 0,9$  °C ( $n = 30$ ), respectivamente. Indivíduos das espécies *K. calcarata* e *M. nigropunctata* foram capturados e suas temperaturas cloacais foram, respectivamente: 34,8 e 35°C. Dentre as categorias de microhabitats consideradas, indivíduos de *K. calcarata* foram mais freqüentemente observados no chão (41,2% das observações,  $n = 7$ ) do que indivíduos de *M. nigropunctata*, que ocorreram primariamente sobre galhos e troncos caídos (93,4% das observações,  $n = 28$ ).

As nove clareiras estudadas apresentaram variação de tamanho entre 164,4 (clareira 9) e 812,8 m<sup>2</sup> (clareira 4) e de aberturas de dossel entre 10,40% (clareira 5) e 29,90% (clareira 4) (Figura 2). Não houve associação significativa entre a abundância de lagartos heliotérmicos (considerando o número de indivíduos/hora de censo) e a abertura do dossel das clareiras naturais estudadas (Tabela 1). Adicionalmente, quando observadas de forma não agrupada, as duas espécies mais freqüentes nos censos (*K. calcarata* e *M. nigropunctata*) não apresentaram suas abundâncias positivamente influenciadas em clareiras com maior abertura de dossel (Tabela 1). Além disso, não houve associação significativa entre as abundâncias calculadas por clareira e a área das mesmas (Tabela 1).

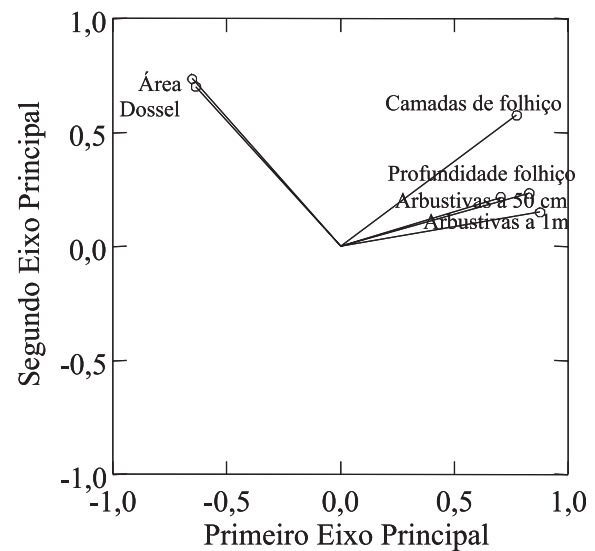
Os dois primeiros eixos principais, representando um contraste entre área e abertura de dossel das clareiras e as medidas de folhicho e de densidade de arbustivas, explicaram juntos 81,1% da variação total apresentada entre as clareiras naturais estudadas (Figura 3). Não houve associação significativa entre a abundância total de lagartos heliotérmicos avistados por clareira e os parâmetros ambientais (sintetizados no primeiro eixo principal) das clareiras naturais estudadas (Tabela 1). Tal associação também não foi observada analisando separadamente o total de indivíduos de *K. calcarata*, e de *M. nigropunctata* (Tabela 1).



**Figura 1:** Espécies observadas durante o censo: a) *Ameiva ameiva*, b) *Mabuya nigropunctata* e c) *Kentropyx calcarata*



**Figura 2:** Posição das nove clareiras naturais estudadas em área de floresta de terra firme próxima a Manaus, AM em relação aos dois primeiros eixos principais.



**Figura 3:** Análise de componentes principais realizada sobre a matriz de correlação das variáveis ambientais coletadas nas nove clareiras naturais estudadas em área de floresta de terra firme próxima a Manaus, AM.

**Tabela 1:** Análise de regressão linear entre a abundância das espécies (número de indivíduos/hora de censo) e abertura do dossel (como indicativo da idade da clareira), área e parâmetros ambientais, sintetizados no primeiro eixo de uma análise de componentes principais (indicativos da heterogeneidade ambiental) em área de floresta tropical de terra firme próxima a Manaus, AM. Em todos os casos,  $n = 9$ .

Variável	<i>Kentropux calcarata</i>				<i>Mabuya nigropunctata</i>				Total de lagartos heliotérmicos			
	B	R <sup>2</sup>	F	P	b	R <sup>2</sup>	F	p	b	R <sup>2</sup>	F	p
Abertura de dossel	0,024	0,009	0,063	0,809	0,061	0,027	0,192	0,675	0,024	0,004	0,030	0,860
Área	0,002	0,089	0,002	0,687	0,001	0,007	0,052	0,826	0,001	0,043	0,318	0,590
Primeiro eixo principal	-0,365	0,054	0,400	0,547	0,849	0,139	1,129	0,323	0,439	0,037	0,272	0,610

#### 4. DISCUSSÃO

A importância de manchas de sol providas por clareiras naturais para a termorregulação de *Kentropyx calcarata* e *Mabuya nigropunctata* já foi descrita (Vitt *et al.*, 1997). Tais espécies selecionam sítios ensolarados essenciais para a manutenção de temperaturas corpóreas maiores do que as temperaturas ambientais (Ávila-Pires, 1995; Vitt, 1991). No presente estudo, as temperaturas cloacais medidas para dois indivíduos (um de *K. calcarata* e um de *M. nigropunctata*) foram, no mínimo, 5,9 °C maiores do que as temperaturas ambientais médias. Assim, lagartos heliotérmicos dessas espécies, que são raramente encontrados dentro da floresta, podem ser abundantes em clareiras, conforme encontrado neste estudo. Espécies como *Ameiva ameiva*, não apenas obtêm calor em áreas abertas, podendo forragear em áreas florestais, mas realizam a maioria das suas atividades nessas áreas (Vitt *et al.*, 1997). Por isso, tal espécie foi menos abundante nas clareiras naturais quando comparada às outras duas espécies e quando comparada a populações estabelecidas em áreas antrópicas com maior disponibilidade luminosa.

É importante salientar que a maioria das espécies de lagartos amazônicos é umbrófila, não utilizando amplamente as clareiras (Vitt *et al.*, 1998). Assim, a diversidade de lagartos amostrados nos censos realizados é apenas uma pequena parcela da riqueza local total, que pode chegar a 30 espécies, das quais apenas cerca de quatro são heliotérmicas (Vitt *et al.*, 1998). Dessa forma, a fauna de lagartos que faz amplo uso de clareiras naturais é relativamente empobrecida, de modo que não foi possível detectar variação na riqueza ao longo do processo de sucessão. Uma possível explicação é que poucas espécies oportunistas, em geral as heliotérmicas, podem tolerar as condições extremas encontradas nas áreas perturbadas (Greenberg, 2001).

Uma vez que as espécies heliotérmicas requerem áreas abertas para termorregular, um aumento na densidade de clareiras pode causar aumento na taxa de migração, de crescimento populacional e, conseqüentemente, na densidade populacional desses lagartos (Vitt *et al.*, 1998). Dependendo da distância entre as clareiras formadas, tal adensamento populacional pode ter efeito na densidade de espécies florestais umbrófilas, uma vez que os heliotérmicos terão acesso a porções maiores da floresta, podendo alterar a estrutura da comunidade de lagartos em questão. Apesar de não ter realizado censo sistemático em áreas florestais adjacentes sem interrupção no dossel, a abundância das espécies heliotérmicas é consideravelmente menor nesses ambientes (obs. pess.).

O efeito que as clareiras têm sobre a comunidade de lagartos heliotérmicos é claro quando comparado a áreas florestais não perturbadas. Investigando a dinâmica temporal do uso do ambiente, Heinen (1992) demonstrou que a abundância e a biomassa da herpetofauna de folhíco foram maiores em sítios recém perturbados, ao passo que a equitabilidade, a riqueza e a diversidade foram maiores nos sítios de perturbação mais antiga. No entanto, o presente

estudo mostra que, ao contrário do que as hipóteses inicialmente propostas previam, a abundância dos lagartos heliotérmicos que fazem uso de clareiras naturais na área estudada não parece ser dependente do estágio sucessional em que a clareira se encontra.

O número restrito de clareiras naturais estudadas não permite a exclusão da possibilidade de limitações amostrais terem influenciado os resultados. Assim, fatores como variações microclimáticas no momento do censo e direção de queda da árvore (que influenciará o eixo da clareira e, conseqüentemente, o tempo que a clareira estará diariamente exposta à incidência solar direta) podem ter mascarado as diferenças existentes nas abundâncias das espécies entre as clareiras. Investigando área de corte seletivo de madeira, Lima *et al.* (2001) mostraram que as abundâncias das mesmas três espécies observadas neste estudo foram maiores em sítios de corte mais recente. É possível que as clareiras abertas pelo corte seletivo sejam maiores e, portanto, mais sujeitas à colonização por lagartos heliotérmicos. Nesse caso, tais sítios poderiam ser mais sensíveis a variações temporais na abundância dessas espécies do que as clareiras naturais.

Alternativamente, tais variações temporais podem realmente não existir em clareiras naturais e o uso destas pelos lagartos heliotérmicos ser influenciado por eventos ao acaso, como a chance de colonização, a despeito do estágio sucessional. O acaso e a história são fatores com importante poder na estruturação da comunidade de árvores tropicais podendo, também, caracterizar comunidades animais (Hubbell & Foster, 1986). Uma vez que a formação de clareiras naturais é um processo inerentemente aleatório, o histórico de colonização pode ser determinado por eventos ao acaso, como a conectividade entre as clareiras, e não por diminuições lineares na abundância dos lagartos heliotérmicos conforme a sucessão se processa.

A abundância das espécies de lagartos heliotérmicos não apresentou relação de dependência com o conjunto de variáveis ambientais investigadas. Entretanto, é possível que componentes ambientais não acessados e intrínsecos das clareiras, como a quantidade de troncos, galhos caídos (componente estrutural com o qual indivíduos de *Mabuya nigropunctata* apresentam forte associação), e de abrigos, possam gerar diferentes padrões de abundância relativa das espécies entre clareiras com heterogeneidades ambientais distintas (McLaughlin & Roughgarden, 1993), independente da sua idade de formação. Para acessar tal questão um levantamento sistêmico da disponibilidade desses microhabitats e um maior número de réplicas das clareiras é necessário.

Apesar de idade e heterogeneidade das clareiras não apresentarem associações previsíveis com a abundância de lagartos heliotérmicos, as clareiras naturais constituem sítios claramente essenciais para a manutenção de populações dessas espécies em meio a um ambiente florestal com baixa disponibilidade de luz. O presente estudo não identificou um padrão claro de sucessão faunal expresso na diminuição da abundância das espécies de lagartos heliotérmicos

conforme a sucessão vegetacional se processa em clareiras naturais. É possível que, mais do que a idade de formação das clareiras, eventos ao acaso, como a proximidade de populações fonte de colonizadores em relação à clareira recém formada, determinem a composição e abundância da fauna de lagartos heliotérmicos que faz uso das clareiras naturais da área de floresta tropical de terra firme estudada.

## 5. AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao INPA e ao PDBFF pela oportunidade de participar de um curso de campo de tamanha qualidade; ao Glauco Machado, Thiago Izzo e Gabi Zuquim pela ajuda na coleta dos parâmetros ambientais; ao Guarino Colli, Rafael Leite (este por muitos outros motivos também) e André Kid pela paciência em ler e discutir o projeto antes mesmo de eu vir para o curso de campo; ao Glauco (valeu pela conversa!!), Angelita, Juruna e todos os professores e palestrantes do curso “Ecologia da Floresta Amazônica-2004” pelas valiosas contribuições para que o curso fosse ótimo; ao professor Paulo de Marco, pela preciosa ajuda nas análises e discussões sobre ecologia de comunidades e pela presença tão agradável e peculiar; a todos os funcionários do projeto pelo fantástico apoio logístico, e a todos os colegas participantes do curso, pelas discussões, trabalhos conjuntos e, é claro, pela descontração e galhofa essenciais para tornar esse mês na Amazônia muito especial.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ávila-Pires T. C.S. 1995. Lizards of Brazilian Amazonia (Reptilia: Squamata). *Zool. Verh. Leiden.*, 299: 1-706.
- Belliure, J. & L.M. Carrascal. 2002. Influence of heat transmission mode on heating rates and on the selection of patches for heating in a Mediterranean lizard. *Physiol. Biochem. Zool.*, 75: 369-376.
- Brandani, A., G. S. Hartshorn & G. H. Orians. 1988. Internal heterogeneity of gaps and species richness in Costa Rican tropical wet forest. *J. Trop. Ecol.*, 4: 99-119.
- Brokaw, N. V.L. 1982. The definition of treefall gap and its effect on measures of forest dynamics. *Biotropica*, 14: 158-160.
- Denslow, J. S. 1980. Gap partitioning among tropical rainforest trees. *Biotropica*, 12: 47-55.
- Denslow, J. S. & G. S. Hartshorn. 1994. Tree-fall gap environments and forest dynamic processes. In: *La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rainforest*, pp. 120-127, L. A. McDade, K. S. Bawa, H. A. Hespenheide & G. S. Hartshorn (eds.). The University of Chicago Press, Chicago.
- Gitzen, R. A. & S. D. West. 2002. Small mammal response to experimental canopy gaps in the southern Washington Cascades. *Forest Ecol. Manag.*, 168: 187-199.
- Greenberg, C. H. 2001. Response of reptile and amphibian communities to canopy gaps created by wind disturbance in the southern Appalachians. *Forest Ecol. Manag.*, 148: 135-144.
- Heinen, J. T. 1992. Comparisons of the leaf litter herpetofauna in abandoned cacao plantations and primary rain forest in Costa Rica: some implications for faunal restoration. *Biotropica*, 24: 431-439.
- Hubbell, S. P & R. B. Foster. 1986. Biology, chance, and history and the structure of tropical rain forest tree communities. In: *Community Ecology*. J. Diamond & T. J. Case (eds.). Harper & Row, New York.
- Lima, A. P., F. I. O. Suarez & N. Higuchi. 2001. The effects of selective logging on the lizards *Kentropyx calcarata*, *Ameiva ameiva* and *Mabuya nigropunctata*. *Amphibia-Reptilia* 22: 209-216.
- McLaughlin, J. F. & J. Roughgarden. 1993. Species interactions in space. In: *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives*, pp. 89-98, R. E. Ricklefs & D. Schluter (eds.) The University of Chicago Press. Chicago & London.
- Melville, J. & J. A. Schulte II. 2001. Correlates of active body temperatures and microhabitat occupation in nine species of central Australian agamid lizards. *Austral. Ecol.*, 26: 660-669.
- Pianka E. & L. J. Vitt. 2003. *Lizards: windows to the evolution of diversity*. University of California Press, Berkeley.
- Pires, J. M. & G. T. Prance. 1985. The vegetation types of the Brazilian Amazon. p. 109-145. In: G. T. Prance & T. Lovejoy (eds). Amazonia. Pergamon Press, New York, USA.
- RADAMBRASIL, 1978. Levantamento de Recursos Naturais. Vols. 1-18. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro.
- Vitt, L. J., T. C. S. Ávila-Pires, J. P. Caldwell & V. R. L. Oliveira. 1998. The impact of individual tree harvesting on thermal environments of lizards in Amazonian rain forest. *Conserv. Biol.*, 12: 654-664.
- Vitt, L. J., P. A. Zani & A. C. M. Lima. 1997. Heliotherms in tropical rain forest: The ecology of *Kentropyx calcarata* (Teiidae) and *Mabuya nigropunctata* (Scincidae) in the Curua-Una of Brazil. *J. Trop. Ecol.*, 13: 199-220.
- Vitt, L. J. 1991. Ecology and life history of the wide-foraging lizard *Kentropyx calcarata* (Teiidae) in Amazonian Brazil. *Cann. J. Zool.*, 69: 2791-2799.
- Whitmore, T. C. 1990. *An introduction to tropical rain forests*. Oxford University Press, Oxford.
- Wilkinson, L. 1990. SYSTAT: The system for statistic. SYSTAT Inc., Evanston, Illinois.