

Estrutura populacional e dinâmica de três sub- populações de *Heliconius erato phyllis* (Lep.: Nymph.) no sul do Brasil

*Population structure and dynamics of three sub-
populations of Heliconius erato phyllis
(Lep.: Nymph.) in South Brazil*

Eduardo Périgo

Resumo

Utilizando o método de captura-recaptura, são apresentados aspectos da biologia populacional da borboleta Heliconius erato phyllis, em uma mata de crescimento secundário no Rio Grande do Sul, Brasil. A área original foi dividida em cinco sub-áreas, e as taxas de migrações indicaram a ocorrência de três sub-populações. Estimativas do tamanho populacional foram calculadas pelos métodos de Jolly e Manly-Parr. Uma característica fenotípica, o número de pontos vermelhos sob a barra amarela das asas posteriores também foi analisada.

Palavras chaves: Estrutura populacional, Lepidoptera, Heliconius erato phyllis.

Abstract

Using the capture-recapture method, we had studied some aspects of the populational biology of the butterfly Heliconius erato phyllis, in a second growth area in Rio Grande do Sul, Brasil. The original area was divided in five sub-areas, and the migration rates indicated the occurrence of three sub-populations. Estimates of the population size were calculated by the methods of Jolly and Manly-Parr. A phenotypic characteristic, the number of red raylets below the hindwings yellow bar was also analyzed.

Key words: Population structure, Lepidoptera, Heliconius erato phyllis.

Eduardo Périgo, Doutor em Ecologia pela USP-SP, professor adjunto de Departamento de Biologia da ULBRA.

1. Introdução

O estudo demográfico de populações naturais se constitui uma importante ferramenta para o entendimento da adaptação e evolução de diversos grupos. Os heliconíneos são um grupo de borboletas de distribuição neotropical que tiveram seu centro de origem em áreas tropicais e diversificaram em direção às áreas subtropicais e temperadas (Benson *et al.*, 1976; Brown Jr., 1981). Embora bastante estudadas em seus aspectos sistemáticos (Brown Jr., 1981), comportamentais (Gilbert, 1975) e evolutivos (Turner, 1981), poucos trabalhos sobre dinâmica de populações naturais de *Heliconius* foram escritos (Turner, 1971; Ehrlich & Gilbert, 1973; Cook, Thomason & Young, 1976; Saalfeld & Araújo, 1981; Romanowsky, Gus & Araújo, 1985).

A espécie *Heliconius erato phyllis*, é normalmente encontrada em florestas de crescimento secundário, onde os adultos utilizam para oviposição espécies do gênero *Passiflora* (maracujás) e apresentam hábitos gregários, tais como a formação de sítios de repouso (Périco, 1995).

O presente trabalho visa contribuir para o entendimento da biologia populacional de *H. e. phyllis* no extremo sul do Brasil, onde as condições ambientais em determinadas épocas do ano, assemelham-se às daquelas de clima temperado.

2. Metodologia

O local de estudo é uma mata de crescimento secundário, com predominância de *Eucalyptus sp.*, localizada no município de Sapucaia do Sul, RS. Para verificar o movimento de *Heliconius erato phyllis*, o local foi dividido em cinco sub-áreas aproximadamente contíguas: A1, A2, A3, A4 e A5. Durante a análise dos dados, devido às taxas de capturas e recapturas, observou-se que as cinco áreas poderiam ser agrupadas em três: A1, A2+A3 e A4+A5, que passaram a ser consideradas como três sub-populações.

O método utilizado foi de captura-marcação-recaptura. As borboletas adultas eram capturadas com o auxílio de uma rede entomológica entre 10:00min e 16:00min. Após a captura eram marcadas com uma caneta para retroprojektor, recebendo um número na asa anterior direita, sendo então liberadas.

O sexo, data e local da captura eram anotados em uma ficha específica.

Um total de 494 indivíduos foram capturados no período compreendido entre maio e dezembro de 1998, em amostragens aproximadamente semanais.

Estimativas do tamanho populacional foram realizadas utilizando-se os modelos estocásticos de Jolly (1965) e Manly & Parr (1968) sendo que, devido ao tamanho da amostra os dois sexos foram agrupados.

3. Resultados e Discussão

3.1 Número de indivíduos capturados, frequência de recapturas e longevidade

Foram marcados um total de 276 machos e 218 fêmeas, nas cinco áreas estudadas. A tabela 1 apresenta a distribuição por sexo dos indivíduos capturados nas cinco áreas. O número de machos capturados sempre foi superior ao de fêmeas, porém a única diferença significativa entre o número de machos e fêmeas, foi encontrada na área A1 ($\chi^2 = 8,38$; 1g.l.; $P < 0,01$).

A tabela 2 apresenta a frequência de recapturas de machos e fêmeas, considerando as três sub-populações juntas. Pode ser observado que 37% dos machos e 34% das fêmeas foram recapturadas pelo menos uma vez. A diferença entre o número de machos e fêmeas recapturados não é significativa ($\chi^2 = 3,29$; 6 g.l.; $\alpha = 0,05$), indicando que a probabilidade de recaptura é a mesma para ambos os sexos.

Com relação à longevidade, 83% dos machos sobreviveram de 1 a 13 semanas, e 88% das fêmeas de 1 a 16 semanas (tabela 3). Considerando apenas estes períodos, a longevidade média para os machos foi de 6,4 semanas e de 4,1 semanas para as fêmeas. Em parte esta diferença poderia ser explicada pela menor taxa de recaptura das fêmeas, mas não podem ser desconsiderados aspectos comportamentais e ecológicos. Por exemplo, a taxa de predação das fêmeas pode ser mais alta, pois o processo de procura e escolha da planta hospedeira envolve um grande tempo de exposição do indivíduo.

Tabela 1: Distribuição dos indivíduos marcados conforme sua área de origem

Sexo/Área	A1*	A2	A3	A4	A5	Total
Machos	105	4	78	50	39	276
Fêmeas	67	8	71	39	33	218
Total	172	12	149	89	72	494
$\chi^2 = 8,38$; 1g.l.; $P < 0,01$						

Tabela 2: Frequência de recapturas entre machos e fêmeas (**n** = número, **f** = frequência)

Recapturas	Machos		Fêmeas	
	n	f	n	f
0	175	0.63	144	0.66
1	64	0.23	46	0.21
2	26	0.09	18	0.08
3	8	0.03	8	0.03
4	2	0.01	1	0.01
5	0	0.00	1	0.01
6	1	0.01	0	0.00
Total	276	1.00	218	1.00
$\chi^2 = 3,29$; 6 g.l.; $\alpha = 0,05$; não significativo				

A longevidade máxima observada foi de 176 dias para as fêmeas e de 193 dias para os machos. Estes valores foram os maiores observados em campo para borboletas desta espécie.

Benson (1972) estudando *Heliconius erato petiverana* na Costa Rica, relata um indivíduo que retorna ao dormitório após seis meses. Ehrlich e Gilbert (1973) observaram um macho de *H.*

ethilla com 162 dias. Em trabalho com *H. erato* no Rio Grande do Sul, Saalfeld e Araújo (1981) observaram uma fêmea com 91 dias e um macho com 150 dias, enquanto Romanowsky, Gus e Araújo (1985), relataram uma fêmea com 113 dias e um macho com 136 dias. Convém salientar que apenas estes dois últimos trabalhos foram realizados em áreas com clima subtropical.

Tabela 3: Longevidade dos machos e fêmeas coletados, considerando todas as áreas em conjunto (**n** = número, **f** = frequência)

Semanas	Machos		Fêmeas	
	n	f	n	f
1 - 4	24	0.24	21	0.28
4 - 7	30	0.29	11	0.15
7 - 10	14	0.14	11	0.15
10 - 13	16	0.16	11	0.15
13 - 16	4	0.04	11	0.15
16 - 19	7	0.07	4	0.05
19 - 22	2	0.02	3	0.04
22 - 25	3	0.03	0	0.00
25 - 28	1	0.01	2	0.03
Total	101	1.00	74	1.00

3.2. Taxas de migração

Heliconius erato phyllis é caracterizada por um grupo de sub-populações com pequeno fluxo gênico entre elas (Saalfeld e Araújo, 1981), portanto uma grande área a ser estudada deve ser dividida em sub-áreas, como indica o “modelo de ilhas” (Wright, 1969). Este procedimento evita a possibilidade de que os dados obtidos sejam de populações diferentes.

As taxas de migrações entre as cinco áreas foram calculadas, e os resultados podem ser observados na tabela 4 e na figura 1. Entre as áreas A2 e A3 foi observado uma percentagem total de migração de 23%, e entre as áreas A4 e A5 de 27%. Devido as altas taxas de migra-

ções entre elas, estas sub-populações foram agrupadas (A2 + A3) e (A4 + A5), e cada agrupamento passou a ser considerado como uma população individual.

A frequência de migração de A3 → A2 é bem mais alta (0,20) que de A2 → A3 (0,03), isto provavelmente se deve ao baixo número de indivíduos capturados na área A2 (12 indivíduos, tabela 1). A área A2 parece não constituir uma região com população residente, mas sim uma extensão da área A3, ou um canal de passagem entre as áreas A3 e A1. A população da área A1 continuou sendo considerada uma população separada, pois a taxa de troca com as demais áreas foi baixa.

Tabela 4: Taxas de migrações entre a cinco áreas

Áreas	A1	A2	A3	A4	A5
A1	-----	0.00	0.08	0.03	0.00
A2	0.00	-----	0.03	0.00	0.00
A3	0.02	0.20	-----	0.12	0.04
A4	0.01	0.00	0.06	-----	0.16
A5	0.00	0.00	0.03	0.11	-----

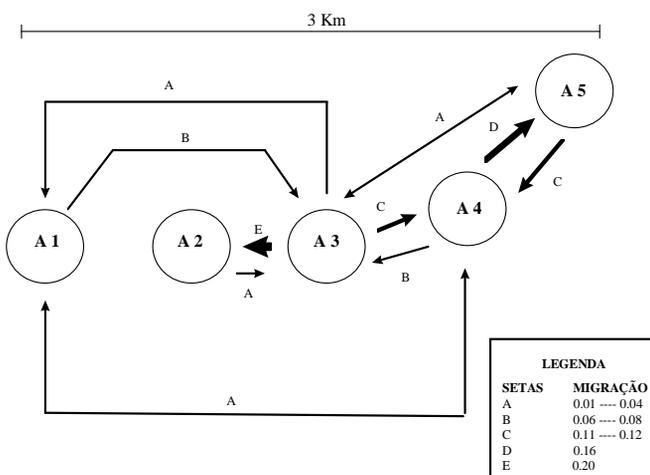


Figura 1: Esquema da área de trabalho, com a divisão em cinco sub-áreas e as respectivas taxas de migrações entre elas.

3.3 Flutuações populacionais

O período de realização do trabalho foi de maio a dezembro de 1998 cobrindo basicamente todas as estações, com maior número de amostragens no inverno e na primavera. Esta

diferença foi proposital, pois considerando que o inverno na região é rigoroso, havia interesse em saber se as populações desapareciam durante este período, sendo a área recolonizada a cada ano, ou se as populações se mantinham.

A figura 2 apresenta o número de indivíduos capturados nas três sub-áreas (A1, A2 + A3, A4 + A5) durante o período de estudo. Apesar do número de borboletas capturadas nas três áreas variar conforme o mês de amostragem, de uma forma geral durante as estações, as tendências de crescimento, queda e estabilização se mantiveram cons-

tante. As três populações atravessaram o inverno e atingiram a primavera com um número médio de indivíduos aproximadamente constante. A queda na densidade populacional observada no início do verão talvez seja devido ao baixo número de amostragens (durante este período foram realizadas duas amostragens).

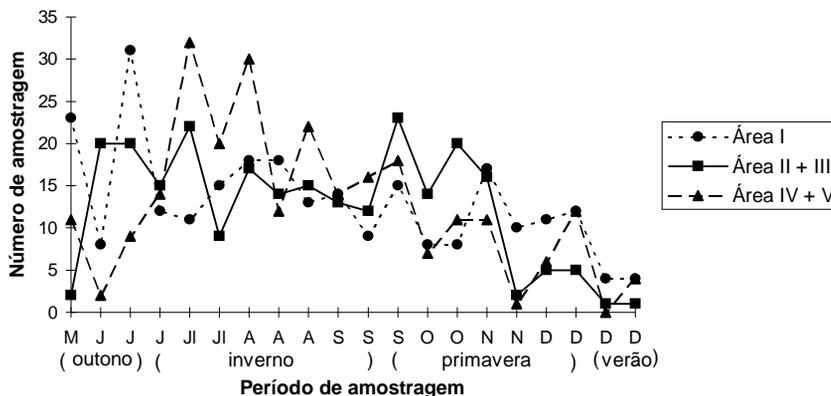


Figura 2: Número de indivíduos capturados nas três sub-áreas em relação ao período de captura (M = maio, J = junho, JI = julho, A = agosto, S = setembro, O = outubro, N = novembro, D = dezembro)

Analisando duas populações de *H erato phyllis*, em Guaíba, RS, Romanowsky, Gus e Araújo (1985) observaram que a máxima densidade populacional ocorreu durante o mês de abril até início de junho, sendo que as populações se extinguíram no inverno (agosto e setembro), começando a expandirem-se novamente no início de dezembro (final da primavera). Saalfed e Araújo (1981) também observaram extinção de uma população de *H. e. phyllis* em Itapoã, RS durante o período de inverno.

A área estudada no presente trabalho, parece constituir-se um refúgio para a manutenção das populações durante os meses mais fri-

os do ano. Isto talvez ocorra devido ao microclima da região e a presença constante de flores para alimentação, bem como de plantas para oviposição dos adultos e alimentação das larvas.

Estimativas do tamanho populacional e taxa de sobrevivência foram calculadas pelos métodos de Manly-Parr e Jolly (tabela 5). Em ambos os casos os valores obtidos parecem representar uma superestimativa do observado, porém a estimativa obtida pelo método de Manly-Parr é mais uniforme (principalmente para a área A1) e descreve mais apropriadamente os dados de campo.

Tabela 5: Estimativa do tamanho populacional (N) e taxa de sobrevivência (S), utilizando os modelos de Manly-Parr e Jolly. Os (—) representam impossibilidade de estimativa e (n) o número de indivíduos capturados.

	Área 1				Área 2 + 3					Área 4 + 5				
	Manly-Parr		Jolly		n	Manly-Parr		Jolly		n	Manly Parr		Jolly	
	N	S	N	S		N	S	N	S		N	S	N	S
23	—	—	—	—	2	—	—	—	—	11	—	—	—	—
8	—	—	198	1.7	20	—	.63	69	.94	2	—	—	—	—
31	281	.54	424	.84	20	125	—	154	1.4	9	23	1.8	17	1.0
12	100	.70	147	.56	15	300	.33	304	.09	14	125	1.2	52	1.0
11	92	1.8	84	1.3	22	110	.75	161	1.7	32	139	1.0	141	1.5
15	150	.66	110	.66	9	150	.92	226	.44	20	167	.75	286	.83
18	180	.83	146	1.0	17	142	1.4	125	.64	30	145	.25	226	.66
18	90	.92	117	2.8	14	175	0.0	85	3.3	12	86	.31	109	.61
13	108	0.0	497	.30	15	375	.66	390	.04	22	28	1.4	92	.74
14	200	0.0	152	—	13	130	.78	142	.66	14	130	.55	126	.91
9	—	0.0	—	—	12	120	2.8	135	1.9	16	114	1.3	84	.84
15	50	.83	74	.97	23	186	1.1	218	.71	18	120	.03	124	.03
8	50	0.0	74	.97	14	175	1.3	222	.61	7	35	2.8	26	2.1
8	80	0.5	42	1.1	20	182	.15	178	.24	11	110	.55	60	.43
17	68	2.4	72	.34	16	16	—	28	—	11	33	0.0	25	—
10	75	0.0	45	3.6	2	—	0.0	—	—	1	—	—	—	—
11	37	.27	126	.24	5	—	0.0	60	—	6	18	—	26	—
12	12	—	17	—	5	—	—	—	—	12	—	—	—	—
4	—	0.0	—	—	1	—	0.0	—	—	0	—	—	—	—
4	—	—	—	—	1	—	0.0	—	—	4	—	—	—	—

3.4 Variabilidade fenotípica

Algumas características de *Heliconius erato phyllis* podem variar intra e inter - populacionalmente. Entre estas destacam-se a presença do retângulo creme na porção distal das asas posteriores, herdada de forma autossômica recessiva (Sheppard **et al.** 1985), e a presença de pequenos raios vermelhos, que variam em número de 1 a 6 (ocasionalmente 7), localizados abaixo da barra amarela das asas

posteriores (Saalfeld & Araújo, 1981).

A figura 3 apresenta a distribuição do número de raios vermelhos em relação a área estudada e a estação do ano. O verão não está incluído porque a amostragem não foi significativa. Durante o outono pode ser observada uma distribuição bimodal, com as modas em 3 e 5 raios, para as três sub-populações. Nesta estação, a média do número de raios variou entre 3,6 e 3,9, conforme a população. No in-

verno a tendência bimodal fica mais clara, e os dois picos (em 3 e 5 raios) estão bem delimitados. A variação média neste período foi de 3,2 raios (áreas A2+A3 e A4+A5) a 3,6 raios (área A1). Na primavera também podem ser observadas duas modas, mas a exemplo do outono a delimitação não é tão clara como no inverno. Neste período a média do número de raios variou entre 2,7 (área A2+A3) e 3,7 (área A1).

Saalfed e Araújo (1981), também encontraram um padrão bimodal de distribuição dos raios vermelhos em *H. e. phyllis*, com modas em 3 e 5 raios. Com relação a este padrão não observaram diferenças entre os sexos.

Pansera e Araújo (1983), estudando po-

pulações de *H. e. phyllis* no sul do Brasil, encontraram grande variação na frequência de distribuição dos raios vermelhos. Algumas apresentavam frequências de distribuição unimodal, com moda em 3, 5 ou 6 raios, e outras bimodal, com moda em 3 e 5 raios. As médias para as estações mais frias parecem ser um pouco mais baixas que para as estações mais quentes, tendência que não foi observada no presente trabalho. Os autores estimaram a herdabilidade desta característica, através dos métodos de regressão e análise da variância. O primeiro ofereceu um valor de 0,74 e o segundo 1,09, este último considerado pelos autores como uma superestimativa.

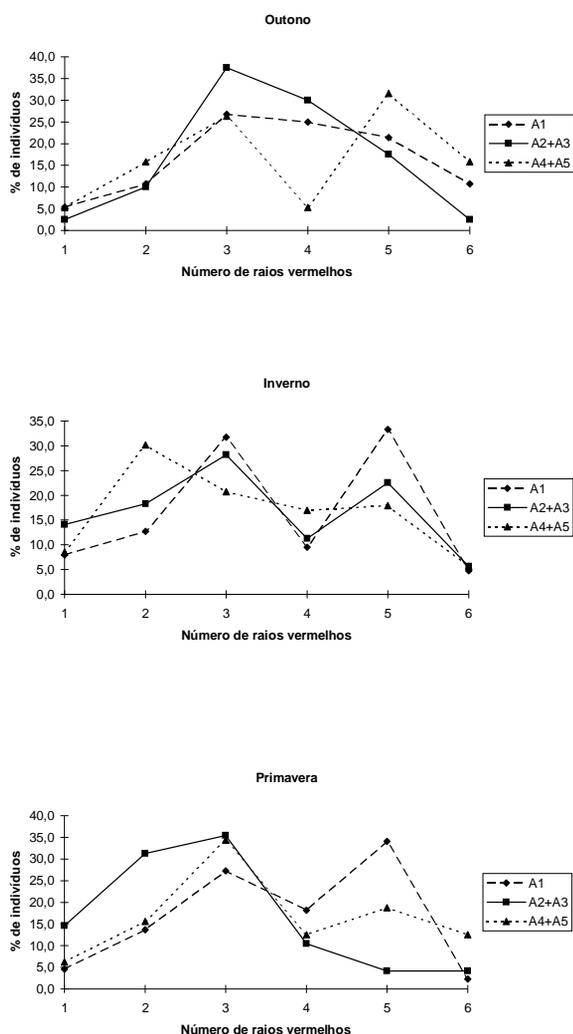


Figura 3: Distribuição do número de raios vermelhos conforme a área, a população estudada e a estação do ano.

4. Bibliografia

- BENSON, W. Natural selection for Müllertian mimicry in *Heliconius erato* in Costa Rica. **Science**, v.176, p. 936-939, 1972.
- BENSON, W.; BROWN, Jr. K. S & GILBERT. L. E. Coevolution of plants and herbivores: passion flower butterflies. **Evolution**, v.29, p. 659-680, 1976.
- BROWN, Jr. K. S. The biology of *Heliconius* and related genera. **Ann. Rev. Entomol.**, v.26, p. 427-456, 1981.
- COOK, L.M.; THOMASON, E.W. & YOUNG, A M. Population structure, dynamics and dispersal of tropical butterfly *Heliconius charitonius*. **Journal of Animal Ecology**, v.45, n.3, p. 851-863, 1976.
- EHRlich, A H. & GILBERT, L. E. Population structure and dynamics of the tropical butterfly *Heliconius ethilla*. **Biotropica**, v.5, p. 69-82, 1973.
- GILBERT, L. E. Ecological consequence of a coevolved mutualism between butterflies and plants. In: GILBERT, L.E. & RAVEN, P.H. (eds.). **Coevolution of animals and plants**. Austin, Texas Univ. Press, 1975.
- JOLLY, G. M. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration-stochastic model. **Biometrika**, v.52, p. 225-247, 1965.
- MANLY, B.F.J. & PARR, M.J. A new method of estimating population size, survivorship, and birth rate from capture-recapture data. **Trans. Brit. Soc. Entom.**, v.18, p. 81-89, 1968.
- PANSERA, M.G.C. & ARAÚJO, A M. Distribution and heritability of the red raylets in *Heliconius erato phyllis* (Lepid.; Nymph.). **Heredity**, v.51, n.3, p. 643-652, 1983.
- PÉRICO, E. Interação entre quatro espécies de Heliconiini (Lepidoptera: Nymphalidae) e suas plantas hospedeiras (Passifloraceae) em uma floresta secundária do Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**, v.3, n.2, p. 3-18, 1995.
- ROMANOWSKY, H.; GUS, R. & ARAÚJO, A M. Studies on the genetics and ecology of *Heliconius erato* (Lepidoptera, Nymphalidae). III: Population size, preadult mortality, adult resources and polymorphism in natural populations. **Rev. Brasil. Biol.**, v.45, n.4, p. 563-569, 1985.
- SAALFED, K & ARAÚJO, A M. Studies on the genetics and ecology of *Heliconius erato* (Lepidoptera, Nymphalidae). I: Demography of a natural population. **Rev. Brasil. Biol.**, v.41, n.4, p. 855-860, 1981.
- SHEPPARD, P.M.; TURNER, J.R.G.; BROWN, Jr, K.S.; BENSON, W.W. & SINGER, M.C. Genetics and evolution of muellerian mimicry in *Heliconius* butterflies. **Philos. Trans. R. Soc. London Ser. B.**, v.308, p. 433-310, 1985.
- TURNER, J. R. G. Experiments on the demography of tropical butterflies. II. Longevity and home-range behaviour in *Heliconius erato*. **Biotropica**, v.3, n.1, p. 21-31, 1971.
- TURNER, J. R. G. Adaptation and evolution in *Heliconius*: a defense of neo- darwinism. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, v.12, p. 99-122, 1981.
- WRIGHT, S. **Evolution and genetics of populations**. Vol. 2, The theory of gene frequencies. Univ. Chicago Press, Chicago, 1969.