

PERIODOGRAMA DA BUSCA DE PROVISÃO DE OPERÁRIAS DA SAÚVA DO
NORDESTE

MÁRCIO RABELO PEQUENO

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
DO CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ COMO PARTE DOS REQUISITOS
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE "MESTRE EM
AGRONOMIA".

FORTALEZA - 1991

Esta Dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Tese é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Márcio Rabelo Pequeno

APROVADA EM / /

Prof. Fernando João Montenegro de Sales
- Orientador -

Prof. Francisco Válter Vieira
- Conselheiro -

Prof. Francisco Célio Guedes Almeida
- Conselheiro -

"Observando a precisão das leis e a uniformidade dos ritmos que regem os astros e os átomos, temos de concluir que, uma Inteligência presidiu a criação e formação de tudo quanto existe".

Plínio Salgado

Às minhas queridas esposa
e filha, Suely e Clarisse,
que constituem meus pilares
no meu caminho terreno.

À minha mãe, pela sua inestimável
dedicação e legado de tenacidade.

Aos meus pai e irmãos, pelo incentivo
e apoio.

D E D I C O

AGRADECIMENTOS

Ao professor FERNANDO JOÃO MONTENEGRO DE SALES, pela incansável orientação, amizade e estímulo à permanência na área de pesquisa entomológica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro durante a realização deste trabalho.

Aos professores FRANCISCO VÁLTER VIEIRA e FRANCISCO CÉLIO GUEDES ALMEIDA, pelo incentivo e amizade.

As colegas MAGNA e NIÉDJA, pelo apoio nos momentos necessários e pelo companheirismo.

SUMÁRIO

	Página
<u>LISTA DE TABELAS</u>	vii
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	xiv
<u>RESUMO</u>	xxii
<u>ABSTRACT</u>	xxiii
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO DE LITERATURA</u>	3
2.1 - <u>A saúva do nordeste <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae)</u>	3
2.1.1 - <u>Origem e posição taxonômica</u>	3
2.1.2 - <u>Descrição, biologia e distribuição geográfica</u>	4
2.1.3 - <u>Pesquisas desenvolvidas com <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939</u>	6
2.2 - <u>A busca de provisão pelos formicídeos</u>	6
2.3 - <u>Ritmos circadianos</u>	11
2.3.1 - <u>Considerações gerais</u>	11
2.3.2 - <u>Ritmos circadianos em insetos</u>	16
2.3.3 - <u>Análise dos ritmos circadianos</u>	24
3 - <u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	26
4 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	31
5 - <u>CONCLUSÃO</u>	50
6 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	51
<u>APÊNDICE 1</u> - <u>Análise de busca de provisão de operárias da saúva do nordeste, <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae)</u>	58
<u>APÊNDICE 2</u> - <u>Análises de regressão e variância relativas à quantidades de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de saúveiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990 .</u>	95

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1 - Quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae), para a sede real de saueiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990		35
2 - Tipo de distribuição relativa à quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae), para a sede real de saueiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990		36
3 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, na primeira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990		37
4 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, na segunda observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990		39
5 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas		

Tabela

Página

operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, na terceira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	41
6 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, na quarta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	43
7 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) na área de provisão para a sede real de saueiro artificial, na quinta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	45
8 - Combinação total das medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, nas cinco observações, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	47
9 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em escotofase, na primeira obser	

Tabela	Página
vação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	59
10 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de sauveiro artificial, em escotofase, na segunda observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	62
11 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de sauveiro artificial, em escotofase, na terceira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	65
12 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de sauveiro artificial, em escotofase, na quarta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	68
13 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de sauveiro artificial, em escotofase, na quinta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	71
14 - Medidas de dispersão para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u>	

Tabela

Página

Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em escotofase, nas cinco observações combinadas, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	74
15 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em fotofase, na primeira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	77
16 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em fotofase, na segunda observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	80
17 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em fotofase, na terceira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	83
18 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em fotofase, na quarta observação Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	86

Tabela

Página

- 19 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em fotofase, na quinta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990 89
- 20 - Medidas de dispersão para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em fotofase, nas cinco observações combinadas, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990 ... 92
- 21 - Análises de regressão e variância da primeira na segunda observação, relativas à quantidade de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de saueiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990 96
- 22 - Análises de regressão e variância da primeira na terceira observação relativas à quantidade de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de saueiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990 97
- 23 - Análises de regressão e variância da primeira na quarta observação relativas à quantidade de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de

Tabela	Página
sauveiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	98
24 - Análises de regressão e variância da primeira na quinta observação, relativas à quantidade de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de sauveiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	99
25 - Análises de regressão e variância da segunda na terceira observação, relativa à quantidade de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de sauveiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	100
26 - Análises de regressão e variância da segunda na quarta observação, relativas à quantidade de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de sauveiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	101
27 - Análises de regressão e variância da segunda na quinta observação, relativas à quantidade de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de sauveiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	102
28 - Análises de regressão e variância da terceira na quarta observação, relativas à quantidade	

Tabela	Página
de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de sauveiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	103
29 - Análises de regressão e variância da terceira na quinta observação, relativas à quantidade de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de sauveiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	104
30 - Análises de regressão e variância da quarta na quinta observação, relativas à quantidade de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de sauveiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	105

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 - Diagrama (visão de topo) do saueiro artificial da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae), Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	29
2 - Representação do saueiro artificial da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae), Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	30
3 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, na primeira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	38
4 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, na segunda observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	40
5 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, na	

Figura	Página
terceira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	42
6 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nor deste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, na quarta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	44
7 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nor deste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, na quinta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	46
8 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nor deste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, nas cinco observações, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	48
9 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gra mas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, total das observações, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	49
10 - Poligono da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nor	

Figura	Página
deste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em es cotofase, na primeira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	60
11 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, esco tofase, na primeira observação, Fortaleza, Cea rá, Brasil, 1990	61
12 - Polígono da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nor deste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em escotofase, na segunda observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	63
13 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em es cotofase, na segunda observação, Fortaleza, Cea rá, Brasil, 1990	64
14 - Polígono da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nor deste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em escotofase, na terceira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	66

Figura	Página
15 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em escotofase, na terceira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	67
16 - Polígono da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em escotofase, na quarta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	69
17 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em escotofase, na quarta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	70
18 - Polígono da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em escotofase, na quinta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	72
19 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em es	

Figura	Página
cotofase, na quinta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	73
20 - Polígono da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em escotofase, total das observações, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	75
21 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em escotofase, total das observações, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	76
22 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em fotofase, na primeira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	78
23 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em fotofase, na primeira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	79
24 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nor	

Figura	Página
deste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em fo tofase, na segunda observação, Fortaleza, Cea rá, Brasil, 1990	81
25 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gra mas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em fo tofase, na segunda observação, Fortaleza, Cea rá, Brasil, 1990	82
26 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nor deste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em fo tofase, na terceira observação, Fortaleza, Cea rá, Brasil, 1990	84
27 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gra mas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em fo tofase, na terceira observação, Fortaleza, Cea rá, Brasil, 1990	85
28 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nor deste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em fo tofase na quarta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	87

Figura	Página
29 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em fotofase, na quarta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	88
30 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em fotofase, na quinta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	90
31 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em fotofase, na quinta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	91
32 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em fotofase, total das observações, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990	93
33 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, <u>Atta opaciceps</u> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em fo	

Figura

Página

tofase, total das observações, Fortaleza, Cea
rá, Brasil, 1990

94

RESUMO

Investigações científicas desenvolvidas na Universidade Federal do Ceará têm indicado a saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae), como um possível terceiro inseto a ser domesticado. Assim, estudos comportamentais têm sido conduzidos no sentido de tornar esta espécie uma entidade benéfica.

Um comportamento estereotipado, no caso, a busca de provisão, foi selecionado para avaliar-se a provável incidência de um ritmo periódico. Flocos de aveia foram usados como substrato para o fungo durante o experimento. Verificou-se que o cereal não incitou nenhum padrão de supernormalidade na saúva do nordeste.

A análise feita com computador produziu uma técnica inédita no estudo do periodograma dessa espécie. Observou-se que a saúva do nordeste procura e transporta substrato para o fungo num padrão circadiano. A atividade noturna foi consistentemente maior do que a observada durante o período de luz. Os dados da escotofase não foram estocásticos e nem afetados por ruídos endógenos que poderiam influenciar o sistema inato e liberador do formicídeo e induzir comportamento atípico. Os valores da escotofase foram descritos por uma distribuição leptocúrtica, com um acme às 22 horas e um nadir às nove horas da manhã.

ABSTRACT

Scientific investigations developed at the Federal University of Ceará, Brazil has disclosed the northeast leaf-cutting ant, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) as a possible third insect to be domesticated. Then, behavioral studies has been conducted in order to make this species a beneficial entity.

A stereotyped behavior, i.e., searching for provision, has been selected to evaluate the probable incidence of a periodic rhythm. Oat flakes have been used as a fungus substrate throughout the experimental procedure. It was disclosed the cereal has not incited any array of supernormality.

A computer-assisted analysis has produced a novel technology in assessing a periodogram for the species. It was observed the northeast leaf-cutting ant searches and transports substrate for the fungus in a circadian pattern. The dark-period activity was consistently higher than that observed during the light-period. The scotophase data were not stochastic and they were not affected by endogenous noise which could influence the innate releasing mechanism system of the formicid and induce an atypical behavior. The scotophase values were also described by a leptokurtic distribution with a climax at 22 PM and a nadir at 9 AM.

1 - INTRODUÇÃO

As formigas cortadeiras, notadamente as do gênero Atta, constituem um dos organismos mais abundantes na maioria dos ecossistemas neotropicais, sendo responsáveis por grande parte do fluxo de energia e nutrientes nestas áreas do globo terrestre. O seu enquadramento como insetos-pragas ocorreu quando a agricultura penetrou nos ambientes dominados por esses formicídeos, o que forçou o desenvolvimento de diferentes métodos de controle com o objetivo final de exterminá-los. No Brasil, o controle está limitado ao uso de iscas atrativas formuladas à base de organoclorados, cujos efeitos nocivos sobre o meio e os seres vivos já são bastante conhecidos. No entanto, as saúvas manifestam ações benéficas que, mesmo em agroecossistemas, podem sobrepujar os presumidos danos às plantas cultivadas ou não. Além de atuarem como consumidores primários e secundários no ecossistema, evidências experimentais comprovam que esses mirmicíneos melhoram as características físicas e químicas do solo através do revolvimento, incorporação da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, exercendo ainda um papel preponderante na manutenção de ecossistemas naturais, por meio da proteção de vegetações nativas. Outros resultados indicam que a terra solta proveniente dos olheiros de colônias de saúvas pode ser empregada como adubo em plantas, fornecendo macronutrientes para as culturas.

Devido à ineficácia dos métodos de controle convencionais utilizados contra Atta, as pesquisas em desenvolvimento estão dirigidas para o controle comportamental onde os conhecimentos restringem-se principalmente a feromônios, pouco se aprofundando em um fator crucial que regula as atividades e eventos fisiológicos das saúvas, que é a ritmicidade biológica. Desta maneira, como parte de uma proposta maior, que é a domesticação da saúva do nordeste, e tendo

como premissa imediata a convivência do homem com este atí
neo, já que o mesmo apresenta vantagens reais para os agro
ecossistemas, procurou-se estudar o periodograma da busca
de provisão desta formiga cortadeira, através da análise do
ritmo circadiano envolvido com esta atividade de suma impor
tância para os formicídeos.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - A saúva do nordeste *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939

2.1.1 - Origem e posição taxonômica

As formigas cortadeiras do gênero Atta têm como centro de origem a América do Sul e mais provavelmente o Brasil, por abrigar este país o maior número de espécies destes formicídeos (WILSON, 1986; SALES, 1990). SILVA (1981) baseando-se em diversas pesquisas, inferiu que a provável origem de Atta opaciceps Borgmeier, 1939, é o Sertão do Nordeste onde a mesma tem ampla distribuição geográfica.

De acordo com GONÇALVES (1984), fundamentando-se em vários trabalhos, a saúva do nordeste ou formiga de roça ocupa a seguinte posição taxonômica:

Ramo: Arthropoda
Sub-ramo: Tracheata
Classe: Insecta
Subclasse: Pterygogenea
Ordem: Hymenoptera
Sub-ordem: Apocrita
Superfamília: Formicoidea
Família: Formicidae
Subfamília: Myrmicinae
Tribo: Attini
Gênero: Atta
Subgênero: Epiatta
Espécie: opaciceps

2.1.2 - Descrição, biologia e distribuição geográfica

Sobre a morfologia de Atta opaciceps Borgmeier, os trabalhos de SILVA (1981) e GONÇALVES (1984) apresentam uma revisão bastante elucidativa, apesar da literatura concernente ser escassa. GALLO et alii (1978) e BASTOS (1982) incluem como caracteres distintivos desta espécie, a cabeça glabra, com lobos occipitais e subelípticos, sulco occipital profundo, formando um ângulo reto no meio da cabeça, lados glabros e primeiro segmento do gáster semibrilhante ou brilhante. Conforme GALLO et alii (1978), os soldados da saúva do nordeste são semelhantes aos da A. bisphaerica devido ao sulco profundo e coloração castanha.

A biologia das saúvas foi descrita por vários pesquisadores no que diz respeito às castas, revoada, fundação do saueiro, população inicial, atividade da rainha, expansão e ciclo completo do formigueiro (MARICONI & CASTRO, 1960; WEBER, 1966; MARICONI, 1970; GALLO et alii, 1978; SILVA, 1981; BASTOS, 1982 e GONÇALVES, 1984). Segundo MARICONI & CASTRO (1960), a marcha dos acontecimentos para a fundação e formação de um saueiro talvez seja a mesma para todas as espécies e subespécies de saúva, variando, todavia, os períodos das diferentes fases. A revoada ocorre em dias claros, quentes e úmidos, após fortes chuvas de véspera e em saueiros de mais de três anos de idade. Poucos minutos antes do vôo nupcial, as operárias, as içãs e os bitus vêm à superfície do solo e nessa ocasião os soldados são muito agressivos. As içãs ou tanajuras iniciam o vôo e são acompanhadas pelos machos ou bitus. A fecundação é realizada em pleno ar. Depois de fecundadas, as fêmeas procuram o solo, perdem as asas e começam a construir o novo formigueiro, levando na cavidade bucal a semente do fungo, fonte de alimento para a futura colônia. Com a construção do primeiro canal e panela e o aparecimento das primeiras formigas, tem início a atividade de corte e transporte, com o posterior crescimento e amadurecimento do saueiro (MARICONI & CASTRO, 1960 e BASTOS, 1982).

As saúvas revelam um dos comportamentos ditos verdadeiramente sociais, que é a superposição de, ao menos, duas gerações em determinado instante do desenvolvimento colonial, com indivíduos estéreis e reprodutivos (WILSON, 1974). São encontradas formigas que cuidam do fungo (jardineiras, bem diminutas); as de tamanho intermediário, que cortam e transportam folhas e cavam o solo e, as de tamanho grande, que estão associadas com a defesa da colônia (WEBER, 1966; MARICONI, 1970; GALLO et alii, 1978 e FOWLER et alii, 1991).

Outro aspecto relevante da biologia dessas formigas é a sua associação simbiótica com fungos que cultivam para obter o alimento que necessitam. De acordo com WILSON (1986) e FOWLER et alii (1991), esta simbiose proporciona às saúvas capacidade de exploração de uma maior gama de vegetais, incluindo espécies cultivadas, já que o fungo é responsável pela digestão inicial, evitando assim, a ingestão, por parte desses mirmicíneos, de componentes químicos tóxicos das plantas. Quanto ao fungo simbionte, há muita discussão sobre a sua posição taxonômica e origem, principalmente com relação ao gênero. KERMARREC et alii (1986), com base nas descrições morfológicas e citológicas de ANGELI-PAPA & EYEME (1979), DECHARME (1978, 1981) e DECHARME & ISSALY (1980), concordam com o nome proposto por HEIM (1957), qual seja, Leococoprinus gongylophorus. Outros gêneros sugeridos são Rozites, Pholiota, Agaricus, Lentinus e Lepiota (KERMARREC et alii, 1986).

No que tange às características biológicas de Atta opaciceps, SILVA (1981) e GONÇALVES (1984) relatam a sua capacidade de sobrevivência no sertão nordestino, desenvolvendo suas atividades nas temperaturas situadas entre 25 e 31 °C. BASTOS (1982) relacionou diversas espécies de vegetais que são utilizadas como substrato pela saúva do nordeste, incluindo o algodoeiro, cafeeiro, Citrus spp., mandioca, roseira, milho e feijoeiro.

Quanto à distribuição geográfica da formiga de roça, a mesma é encontrada nos Estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, com provável ocorrência em Alagoas (SILVA, 1981; BASTOS, 1982 e

GONÇALVES, 1984). Para SALES et alii (1985a), a saúva do nordeste destaca-se como espécie predominante entre os atíneos do Estado do Ceará.

2.1.3 - Pesquisas desenvolvidas com Atta opaciceps Borgmeier, 1939

BASTOS (1974 e 1975), VIEIRA (1974), OLIVEIRA (1975) e BASTOS et alii (1978 a e b) realizaram estudos, em sua maioria na Cidade de Fortaleza, Ceará, sobre controle químico da saúva do nordeste, averiguando a eficiência de inseticidas orgânicos sintéticos, em forma de pós e de isca, tais como o aldrin e isca à base de dodecacloro.

GONÇALVES (1984), avaliando um método de controle não convencional de Atta opaciceps, verificou que esta saúva é passível de ser manipulada com a utilização de cultura armadilha. No seu trabalho, a autora empregou a soja tropical como planta armadilha e o feijão pitiúba como cultura a ser explorada economicamente.

Investigações desenvolvidas por SALES (1985 a, b) e SALES et alii (1985 a, b) revelaram que esse formicídeo atua como um agente de intemperismo, propulsor da fertilidade do solo, afetando favoravelmente a germinação e o crescimento das plantas, além de poder coexistir com culturas de importância econômica que apresentam baixa vulnerabilidade ao seu ataque, como o algodão herbáceo 'IAC-19', a mandioca 'Olho verde' e o milho 'Centralmex'.

2.2 - A busca de provisão pelos formicídeos

A procura de substrato para o desenvolvimento do fungo, do qual a saúva se alimenta é definida por AMANTE (1967) como sendo o trabalho desempenhado pelas operárias quanto ao corte e transporte de vegetais para o interior da

colônia. De acordo com o mesmo autor, em geral, os fatores que condicionam a atividade externa da saúva são a temperatura e a umidade relativa do ar.

A busca de provisão executada por uma colônia de Atta cephalotes (L.) estabelecida numa reserva natural de Bartica, Guiana, mostrou-se primariamente noturna, com um mínimo de movimento registrado ao meio-dia e o máximo durante o crepúsculo e à noite (CHERRET, 1968).

MARICONI (1970) afirmou que as operárias exercem funções diferentes, conforme a capacidade e constituição física. Para o mesmo, as operárias médias são as que cortam e transportam o material vegetal.

AMANTE (1972), apud GALLO et alii (1978), correlacionou as diversas atividades das saúvas com parâmetros climáticos e estabeleceu que a saúva mata-pasto tem maior atividade de corte de folhas entre 15 e 20 °C, sendo os limites de 10 e 30 °C, enquanto que a saúva parda manifesta como extremos as temperaturas de 15 e 35 °C e um pico de maior deslocamento entre 25 e 30 °C. A umidade relativa foi mais favorável quando superior a 60 %.

LEWIS et alii (1974 b) examinando o efeito de fatores micro-ambientais sobre os padrões diários de procura ao substrato por Atta cephalotes (L.), concluíram que nenhum destes determinou o início desta atividade. Os fatores estudados foram temperatura na trilha e na entrada dos saueiros, intensidade de luz, umidade relativa e pressão atmosférica. Os autores aventaram que a indução desta tarefa no formicídeo é devida à necessidade nutricional do formigueiro. Se a quantidade de açúcar, aminoácidos e teores aromáticos das folhas for maior durante o dia, a atividade de corte e transporte concentrar-se-á neste período, proporcionando às larvas, nutrientes essenciais para o seu desenvolvimento ou dispondo para o fungo, nitrogênio prontamente assimilável, o que estimula o seu mais rápido crescimento.

Discutindo diversos aspectos da busca de provisão de Atta colombica Guer. e A. cephalotes, ROCKWOOD (1977) relatou que a quantidade do material coletado pelas formigas mos

tra grande variação sazonal, com picos no começo das estações chuvosa e seca. De acordo com o mesmo autor, estes picos estão relacionados com o número de espécies de plantas que produz folhas novas ou flores.

BERNSTEIN (1979) fez uma revisão sobre os esquemas utilizados pelas formigas em atividade de coleta e transporte de material vegetal e mencionou que o período do dia, no qual este trabalho é executado, difere entre as espécies, acrescentando as seguintes constatações: os padrões diários e sazonais da procura de provisão são uma consequência das características morfológicas, fisiológicas e comportamentais peculiares das operárias; há uma relação entre o sucesso reprodutivo das espécies de formigas e a busca de provisão e, os períodos diários da atividade em discussão estão correlacionados com as temperaturas da superfície do solo, que determinam as épocas do dia e do ano nas quais os formicídeos desempenham esse trabalho.

FORTI (1979), ao avaliar a dinâmica populacional de formigas cortadeiras de Atta sexdens rubropilosa, através de dois métodos de estimativas, verificou que o transporte de vegetais, em condições de laboratório, é procedido por operárias menores do que àquelas que realizam esta tarefa no campo.

FOWLER & ROBINSON (1979) estudaram a sazonalidade da procura de substrato para o cultivo do fungo em Atta sexdens rubropilosa (Forel), no Paraguai, e observaram que notáveis mudanças ocorreram nas atividades diurna e noturna, com um ajustamento para um marcado padrão noturno nos meses mais quentes do ano, havendo ainda variação no tamanho e peso das operárias cortadeiras e carregadeiras, de acordo com a estação. Com relação à divisão de trabalho e à utilização dos carreiros, os autores averiguaram que as operárias médias dominaram a força de exploração, deixando a colônia a partir das 19 horas, atingindo o pico de movimento à uma hora da madrugada, com um declínio abrupto às 5 horas.

Investigando a busca de suprimento de Atta cephalotes (L.) numa floresta seca tropical de Guanacaste, Costa Rica, HUBBEL et alii (1980) notaram a existência de

um processo de revezamento entre as formigas operárias, envolvendo a transferência de material de um formicídeo para outro. Conforme os mesmos autores, este expediente serve para aumentar a velocidade de utilização de novas fontes de alimento e a eficiência da exploração de fontes já estabelecidas.

A atividade exploratória diária de três formigas foi monitorada por MAJER (1982) em fazendas de cacau localizadas em Gana. Nesta pesquisa, Tetramonium aculeatum manifestou um padrão de atividade basicamente unimodal e noturno, enquanto que Crematogaster depressa expressou movimento principalmente diurno em períodos frios e nublados, tornando-se noturna nas épocas mais quentes. Já Polyrhachis laboriosa denotou deslocamento diurno e bimodal. Observou também que o padrão de atividade nos três formicídeos foi caracterizado por uma plasticidade, desde que o pico de exploração variou entre 23 horas e 4 horas, com duração de 7,5 a 13,5 horas. Baseado nestes resultados, o autor deduziu que a busca de provisão efetuada pelas formigas parece estar ligada com a alternância claro-escuro.

FORTI (1984) descreveu a busca de material vegetal por parte de Atta sexdens rubropilosa, afirmando que as operárias desta espécie apresentam grande variabilidade comportamental nesta atividade. Segundo o mesmo, as formigas caminham em trilhas, as quais podem servir como marcas territoriais e também assegurar, através do recrutamento massal das operárias, a proteção das fontes vegetais de que a colônia se utiliza. O investigador enfatizou ainda que o número de operárias recrutadas para a fonte vegetal depende, além do ambiente, da qualidade do alimento e do tempo que a colônia permaneceu sem vegetação para cortar, havendo uma relação entre a concentração de feromônios na trilha e a atratividade do alimento.

GONÇALVES (1984) citando GOMES (1982), reportou-se ao corte das folhas por Atta opaciceps, o qual ocorre durante o período noturno, uma vez que as folhas no chão só foram notadas ao amanhecer. No entanto, a primeira autora esclareceu que essa saúva também desempenha funções de corte e

transporte durante o dia, em temperaturas amenas.

Em uma pesquisa conduzida por WALLER (1986), na qual foi analisada a seleção de plantas por Atta texana, em condições do laboratório de campo da Universidade do Texas, a saúva supracitada revelou um forte padrão sazonal no seu trabalho de exploração de fontes de vegetais, executando esta tarefa durante o dia nos meses mais frios e, à noite nas épocas mais quentes. O autor encontrou que o tamanho das operárias variou com a temperatura, estação do ano e com as espécies de plantas atacadas, evidenciando o fato de A. texana usar o seu polimorfismo, a fim de explorar eficientemente os recursos do ambiente.

Para PORTER & TSCHINKEL (1987), os fatores mais relevantes que controlam a busca de provisão em colônia de formigas são as necessidades internas, o suprimento de alimento e o ambiente físico. As necessidades internas são principalmente dependentes da "fome" e das taxas de produção de formigas; os recursos alimentares afetam a procura de material vegetal através de sua distribuição, disponibilidade e valor nutricional, enquanto que o ambiente físico exerce influência por meio de alterações nas umidades do ar e do solo, luz do dia e temperatura. A luz atua sobre a "navegação" das operárias e seu ciclo diário de atividade, ao passo que a temperatura controla o trânsito e a eficiência metabólica.

Verificando os sistemas de comunicação usados por operárias de Crematogaster sumichrasti Mayr, em condições de campo, JAFFÉ & PINO (1989) constataram que a busca de provisão realizada por esse mirmicíneo foi principalmente noturna, com um pico máximo de atividade logo após a meia-noite, enquanto que a exploração de alimento no período diurno foi aproximadamente 25 % daquela registrada à noite. Os autores ressaltaram que as operárias dessa espécie reconheceram novas áreas de arena exploratória e recrutaram companheiras para as mesmas de modo similar ao das formigas Solenopsis e Atta.

Analisando o comportamento da saúva do nordeste, em laboratório, SALES (1990) observou que a exploração da área

de provisão é realizada pelas castas assexuadas, especialmente pela cortadeira e, com certa frequência, pelas jardineiras e soldados, atuando estas últimas como batedouras. Foi averiguado também que num lapso de seis horas de avaliação das formigas que não transportavam material, o pico de deslocamento ocorreu no primeiro intervalo horário, correspondendo ao período de 8 às 9 horas da manhã. Com relação às operárias que conduziam material, o autor determinou que o seu número era quatro vezes superior ao estabelecido, para as que se deslocavam sem substrato, havendo ocorrido a atividade máxima no segundo horário, de 9 às 10 horas.

FOWLER et alii (1991) comentando a atividade de coleta de vegetal dos mirmicíneos, apontam que a mesma é feita de maneira cooperativa entre as operárias e se baseia em formas mais ou menos complexas de recrutamento por via feromonal, aditando que a comunicação química e a morfologia do inseto determinam as estratégias de exploração usadas em função do arranjo dos recursos que são explorados.

2.3 - Ritmos circadianos

2.3.1 - Considerações gerais

SULLIVAN et alii (1970) definiram ritmos circadianos como os períodos que variam de 20 a 28 horas, incluindo aqueles com uma periodicidade de 24 horas. Segundo os autores, esta duração de 24 horas resulta de uma sincronização entre um fenômeno observável com uma variável exterior que flutua com uma periodicidade de 24 horas, tais como a luz, temperatura ou outros fatores do meio.

Para JACKLET & GERONIMO (1971), muitos processos fisiológicos e bioquímicos em plantas e animais exibem flutuações que ocorrem com uma ciclicidade circadiana, aditando que estes ritmos não são uma exata resposta aos estímulos ambientais flutuantes, surgindo, no entanto, a partir de osci

ladores endógenos cujas fases são influenciadas pelos estímulos ambientais.

A terminologia circadiana está assentada livremente sobre a teoria física. BRADY (1974) narra termos correntemente usados nesta área da fisiologia e explica o seu significado. Por exemplo, "fase" compreende qualquer ponto particular numa oscilação (e.g., o pico de uma atividade), enquanto que o "ângulo de fase" envolve o intervalo de tempo entre o agente incitador do ritmo e a fase mensurada. O pesquisador na sua exposição sobre a ritmicidade circadiana, declarou que os ritmos circadianos expressam três características principais: persistem na ausência de estímulos ou "pistas" de tempo externos; conservam-se num período, que em princípio, nunca é exatamente 24 horas, mas sempre está próximo desta duração e; diferentemente de quase todos os processos fisiológicos, os ritmos circadianos, de alguma maneira, contrabalançam o efeito da temperatura dentro de limites biológicos normais.

SAUNDERS (1974) preconizou que a maioria esmagadora dos organismos terrestres se desenvolveu em um ambiente dominado por ciclos diários e sazonais de luminosidade e temperatura associados com a rotação da Terra em torno de seu eixo e em torno do Sol, incutindo em plantas e animais o aparecimento de periodicidades diárias e sazonais em suas funções fisiológicas.

PHILLIPS (1975) enunciou o termo ritmo como sendo uma variação regular de um processo biológico, abrangendo um intervalo de tempo que separa idênticos estados fisiológicos, morfológicos ou bioquímicos. Consoante o investigador, as pesquisas sobre ritmos biológicos hão-se concentrado naqueles que envolvem um período de aproximadamente 24 horas, designados pelo termo circadiano formado pela junção de duas palavras latinas, a saber, "circa" (= próximo) e "diem" (= dia). Aludiu ainda o autor que os ritmos animais podem ser considerados como uma série de ajustamentos ou adaptações internas que tendem a compensar ou anular as variações na luz, temperatura, precipitação pluviométrica, natureza do ambiente e disponibilidade de alimento.

Referindo-se a este fator condicionador dos ritmos, PHILLIPS (1975) declarou que as atividades de coleta de alimento da maioria dos animais parecem ser desencadeadas pelo seu fotoperíodo, estando relacionadas, parcialmente, com a importância relativa dos estímulos visuais do alimento detectado ou com o uso da posição do Sol como uma indicadora da direção nos organismos que empreendem migrações em busca de suprimento a cada dia. A periodicidade reprodutiva também é controlada pelas variações sazonais na intensidade e duração da luz do dia, apesar da existência de ritmos endógenos na reprodução, que se mostram indepentes da luz. O referido pesquisador mencionou que as atividades rítmicas são um aspecto dos organismos em qualquer nível de organização, podendo alterar o comportamento e a fisiologia dos seres vivos em antecipação a uma mudança futura no ambiente, tendo assim, concluiu o mesmo, valor adaptativo e evolucionário.

JACKLET (1977) manifestou que, embora o mecanismo básico dos ritmos circadianos seja tido como endógeno, a natureza exata do sistema regulatório não está conhecida. Fundamentando-se nesta evidência, o cientista testou o envolvimento da síntese de proteína nos ritmos circadianos pelo uso de inibidores específicos, inferindo que este processo bioquímico no ribossomo eucariótico é uma parte essencial dos mecanismos controladores que constituem o relógio circadiano envolvido com as flutuações endógenas presentes no olho de Aplysia.

RUZAK & ZUCKER (1979) discorreram sobre aspectos gerais dos ritmos biológicos e sua regulação neural, fazendo as seguintes considerações: a ritmicidade é uma característica fundamental da matéria viva, desde que simples células e animais complexos, estruturas e funções sofrem alterações periódicas na forma ou proporção; o papel de tais ritmos na organização temporal se coloca juntamente com a homeostasia, como um mecanismo de incremento adaptativo, porque auxiliam na sincronização do organismo com as flutuações periódicas no meio externo e também por facilitarem a integração do meio interno nos indivíduos; os ritmos

designados por circadianos, que são distinguidos na maioria das oscilações endógenas (e.g., cardiovascular e respiratória) pela correspondência de seu período com o principal ciclo ambiental, o dia solar, estabelecem uma imagem das mudanças do mundo exterior no meio interno, e deste modo, preparam o organismo para alterações ambientais programadas ou previsíveis; quanto à incidência de um ritmo biológico, a mesma se dá quando o período deste ritmo acompanha o comprimento do tempo do estímulo incitador; entre os agentes incitadores "Zeitgebers" a luz destaca-se como o principal; na natureza, o período do ciclo claro-escuro é constante em 24 horas, embora a duração da luz e a intensidade de iluminação variem com o dia e as estações; há pesquisas sobre as propriedades da mediação da luz no incitamento de ritmos circadianos, todavia, os receptores precisos e os fotopigmentos envolvidos neste processo ainda não estão conhecidos; linhas de estudo indicaram a eficácia de sincronizadores não fotóticos e sua habilidade de sobrepujar o efeito do ciclo claro-escuro; exemplificando, as flutuações da temperatura não induzem ritmos circadianos em endotérmicos, embora sejam efetivas em ectotérmicos; a defesa homeostática dos endotérmicos assegura que os ciclos externos da temperatura não são captados e transformados em alterações no meio dos osciladores centrais; além da temperatura, outros incitadores envolvem estímulos e contatos sociais e a disponibilidade de alimento; em relação a este último "Zeitgeber", a eficácia de esquemas de restrição de alimento, quanto à sincronização de ritmos, encontra-se estabelecida; nesse tempo, os estímulos gerados temporariamente pela ingestão de alimento e água são "Zeitgebers" secundários cuja utilidade para a integração temporal deriva de sua relação isomórfica com o fotoperíodo; a presumida natureza unidirecional desta relação (a ingestão de alimento não pode alterar o ciclo claro-escuro) confirma a primazia do fotoperíodo como "Zeitgeber".

Firmando-se em MOORE-EDE et alii (1976), POSSIDENTE & HEGMAN (1980) proclamaram que um indivíduo pode exibir diversos ritmos circadianos simultaneamente e o número de pos

síveis modos, nos quais um sistema circadiano pode ser organizado é, teoricamente, altamente variável. Sob a premissa do controle genético dos ritmos circadianos, os últimos autores desenvolveram estudos com Mus musculus, relacionados com o consumo de água e alimento, avaliando a influência da variância genética e da covariância sobre as fases e períodos das oscilações envolvidas com a atividade supracitada e exibida por cinco linhagens deste mamífero. Foi reconhecido que a diferença genética entre as linhagens deste mamífero. Foi reconhecido que a diferença genética entre as linhagens afetou a ambos, o ângulo de fase e o período dos ritmos circadianos, implicando dizer que estas flutuações são reguladas por um mecanismo fisiológico comum e respondem a uma seleção natural como um único complexo circadiano, que está sob um mesmo controle genético.

MOORE-EDE (1986) detendo-se sobre a fisiologia do sistema de ajustamento circadiano, expôs que a partir da formulação do conceito de homeostase por Cannon há 60 anos atrás, atenção tem sido dada às respostas corretivas iniciadas após o estado constante do organismo ser perturbado. O fisiologista, na sua explanação, argumentou que a doutrina da homeostase deveria ser ampliada para incluir os mecanismos do sistema circadiano e circanual, que capacitam os seres vivos a prever quando mudanças ambientais ocorrerão. O mesmo concluiu afirmando que o ciclo claro-escuro do ambiente natural tem desempenhado um papel crucial no desenvolvimento evolucionário do mecanismo homeostático por permitir a predição das alterações diárias na iluminação, temperatura, disponibilidade de alimento e atividade dos predadores.

A Cronobiologia foi descrita por CIPOLLA NETO (1987) como um novo ramo das ciências biológicas que se instituiu com métodos, técnicas e terminologia a partir do final da década de 50, tendo como objetivo estudar a organização temporal dos fenômenos biológicos, cujo aspecto mais evidente é a sua repetitividade periódica, constituindo os ritmos.

Conforme KNAEPEN & WEYERS (1988), a natureza e a forma de um ritmo biológico são dependentes de fatores, tais

como o comprimento da fase de luz, a intensidade luminosa e o período de tempo da transição entre claro-escuro e escuro-claro, os quais, no entanto, não são os únicos que influem nos ciclos biológicos.

DIEZ-NOGUERA et alii (1989) informaram que, embora os ritmos circadianos sejam influenciados pelo ambiente, a contribuição dos fatores extrínsecos é bem menor quando comparada com o efeito das propriedades genéticas do relógio biológico.

MARQUES et alii (1989) elucidaram diversos termos e expressões ligados à cronobiologia e, conseqüentemente, a ritmos circadianos. Os chamados "relógios biológicos", "osciladores endógenos" e ainda "marca-passos" constituem mecanismos internos de marcação de tempo capazes de gerar ciclos funcionais, e estão presentes nos níveis de organização dos seres vivos, a partir do subcelular. O fenômeno do incitamento consiste no ajuste da frequência do relógio biológico com aquela dos ritmos ambientais. "Zeitgeber" é um neologismo alemão que significa doador de tempo, compreendendo os ciclos ambientais que regulam o período e fase dos osciladores internos, produzindo a sincronização entre as ritmicidades endógena e exógena.

2.3.2 - Ritmos circadianos em insetos

HOGSON (1955), apud FORTI (1979), relatou que o ciclo de atividade diurna de Atta cephalotes foi iniciado por um ritmo fisiológico e com intensidade de luz de 0,3 ft-candle. Uma vez em movimento, esse formicídeo operou independentemente das mudanças na intensidade de luz, umidade e temperatura do meio.

BUNNING & JOERRENS (1964) citados por ADKISSON (1966), propuseram que a indução fotoperiódica da diapausa em Pieris brassicae é controlada por um ritmo endógeno diurno, que consiste de um ciclo dividido em fotofase e escotofase. A diapausa é inibida quando os dias são longos, porque

o período claro adentra na escotofase e é inibida quando o espaço de luz restringe-se completamente à parte da fotofase do ciclo endógeno. Presumiu-se que este ritmo é incitado na natureza pelo sinal de luz do alvorecer.

Os insetos têm algum mecanismo fisiológico ou "relógio" interno que responde com extrema precisão às mudanças na duração dos períodos claro e escuro do dia (ADKISSON, 1966). Esta informação periódica é utilizada pelos mesmos na percepção de alterações nas estações, sendo especialmente importante para insetos que vivem em zonas temperadas, sincronizando o seu crescimento e a reprodução com as épocas favoráveis do clima e com a disponibilidade de alimento. Por exemplo, o crescimento, desenvolvimento, reprodução e diapausa em Pectinophora gossypiella estão confinados à apropriadas épocas como um resultado direto da resposta deste lepidóptero ao fotoperíodo. Outrossim, ADKISSON (1966) participou que após o estabelecimento de um padrão entre o mecanismo endócrino e o fotoperíodo, este é mantido na ausência de estímulos temporais do ambiente. Quando o inseto é transferido para um outro fotoperíodo, o relógio interno logo torna-se ajustado ao novo sinal claro-escuro e desde então, o crescimento e o desenvolvimento do inseto são alterados de acordo com as novas orientações proporcionadas por este fotoperíodo. O autor arrolou ainda que uma das funções aparentes do relógio biológico do inseto é programar a atividade de neurosecretora do cérebro. Assim, em fotoperíodos adequados para o crescimento e desenvolvimento, o cérebro torna-se ativo e o hormônio cerebral é liberado. Este hormônio estimula as glândulas protorácicas, que por sua vez secretam o ecdisônio, atuante sobre as células, conduzindo os processos fisiológicos referidos.

MINIS & PITTENDRIGH (1968) analisaram os ritmos circadianos exibidos por Pectinophora gossypiella e constataram que as populações de ovos desta mariposa desenvolvem um ritmo na atividade de incubação sob certas circunstâncias. Este ritmo deriva de oscilações circadianas em cada ovo, que podem ser iniciadas ou produzidas sin cronicamente por períodos ou pulsos de luz ou tempe

ratura, quando presentes, após o ponto médio da embriogênese.

Determinando os espectros de ação envolvidos nas mudanças de fase induzidas pela luz no ritmo circadiano da emergência do adulto de Drosophila pseudoobscura, FRANK & ZIMMERMAN (1969) encontraram que estes espectros são similares para ambas as modificações, de avanço e atraso de fase. Os comprimentos de onda mais efetivos situaram-se na região do azul, com um declínio abrupto acima de 500 nm. Esta equivalência, consoante os pesquisadores, sugere que o mesmo pigmento fotoreceptivo intermedia ambos, o atraso e o avanço de fase.

Trabalhando com a véspea Nasonia vitripennis, uma espécie de dia longo, na qual o fotoperíodo age sobre o início da diapausa larval, SAUNDERS (1970) verificou uma ritmicidade circadiana bem definida em resposta aos pulsos de luz. Neste experimento do tipo "interrupção da noite", em que os insetos foram mantidos em ciclos de 48 e 72 horas de escuro, contendo apenas um curto componente de luz (8-10 horas), os períodos do escuro apresentaram dois picos de sensibilidade à luz no intervalo de 48 horas e três picos no espaço de 72 horas. O primeiro acme ocorreu 19 horas após o aparecimento da luz, enquanto que o último pico incidiu no período de 24 horas, proporcionando evidência para a natureza circadiana do relógio fotoperiódico de N. vitripennis.

Através de pesquisas com três lepidópteros, Hyalophora cecropia, Antheraea polyphemus e A. pernyi, TRUMAN & RIDDIFORD (1970) observaram que as mesmas emergem da pupa sempre no mesmo período do dia que é característico de cada espécie, sendo que o relógio que estabelece a época da ecdisse exprime um componente circadiano. Deste modo, quando A. pernyi foi transferida de uma escuridão constante para um regime de 17 horas de luz e 7 horas de escuro, as ecdises subsequentes continuaram a ocorrer sincronicamente com intervalos de 22 horas, após o desaparecimento da luz. Reportando-se ao mecanismo neuroendócrino, pelo qual a emergência é sincronizada com um regime claro-escuro, os investigadores manifestaram que o cérebro é necessário para o ajustamento

deste comportamento com o fotoperíodo ambiental. Esta função é preservada quando todas as conexões nervosas do cérebro estão isoladas ou no momento em que um cérebro "livre" é transplantado para o abdômen do inseto, sendo possível deduzir que o mecanismo completo está centrado no cérebro. Os componentes deste sistema incluem um fotoreceptor, um contador de tempo ("clock" ou "relógio") e uma secreção neuroendócrina.

Partindo da evidência de que a indução fotoperiódica de fenômenos biológicos é uma função do sistema circadiano do inseto, SAUNDERS (1973) aclarou dois modelos propostos para explicar o funcionamento deste aparato fisiológico. Em um deles, um ritmo circadiano, cuja natureza exata não é conhecida, é posto em fase pelo ciclo da luz, de tal maneira que uma fase fotoinduzível ou sensível à luz é iluminada ou não, de acordo com o comprimento do fotoperíodo. Desde que este modelo depende da interação da fase sensível à luz com o ciclo de luz ambiental, o mesmo é referido como "modelo de coincidência externa". No outro, o relógio fotoperiódico é considerado como dois ou mais sistemas multiosciladores, onde um dos osciladores é colocado em fase pelo alvorecer e um outro pelo crepúsculo. Uma vez que o ciclo ambiental não exerce nenhuma parte direta no processo indutivo, esta classe de modelo tem sido chamada de "coincidência interna". Sabendo que os ciclos e pulsos de temperatura são incitadores de ritmos circadianos, assim como também os pulsos de luz, o autor supracitado conduziu uma investigação para determinar qual dos possíveis modelos descritos acima elucidaria o controle da diapausa em Nasonia vitripennis, em resposta a ciclos diários de temperatura, sob condições de escuridão. De acordo com os resultados, as fêmeas da vespa criadas a partir do estágio de ovo em ausência total de luz, mas sujeitas a ciclos de temperatura (13-23 °C), foram capazes de distinguir um termoperíodo de curta duração (menor que 13 horas a 23 °C) daquele de longa duração (maior que 13 horas em 23 °C) e gerar prole em diapausa ou em desenvolvimento, conforme o estímulo recebido. O efeito da temperatura, neste caso, foi enquadrado

do no modelo da coincidência interna, já que não houve uma fase específica do ritmo sensível à mesma.

Entre os insetos, oscilações circadianas endógenas controlam os ritmos diários de eventos, tais como eclosão, acasalamento, oviposição e busca de provisão (SAUNDERS, 1974). Explicitando, a natureza inata e endógena do ritmo de eclosão pupal de Drosophila pseudoobscura está amplamente demonstrada pelo fato de que o mesmo flui livremente na ausência dos "Zeitgebers" ambientais com um período natural limitado a 24 horas e pode ser induzido por um sinal de luz não periódico de duração muito curta. Neste exemplo, todavia, os efeitos exógenos da luz associados com o início do amanhecer podem ser comprovados, revelando que o controle endógeno pelo sistema circadiano pode ser modulado pelo ambiente prevalecente. Sob condições de campo, os ritmos diários de atividade e comportamento quase sempre envolvem uma mistura de efeitos endógenos e exógenos e, o padrão de movimento, está sempre amoldado pelo caráter imediato do ambiente (SAUNDERS, 1974 apoiando-se em PITTENDRIGH, 1954 e 1965).

No que diz respeito à fotorecepção, SAUNDERS (1974), com base em diversos trabalhos, inferiu que este processo com o conseqüente arrastamento da oscilação interna é efetuado por receptores extra-óticos, possivelmente localizados no próprio tecido cerebral. O espectro de ação envolvido neste desencadeamento exhibe pico de sensibilidade que varia de 400-480 nm, com um declínio após 500 nm, sendo equivalente àquele obtido para as respostas fotoperiódicas, ao menos em algumas espécies de insetos.

PHILLIPS (1975) esclareceu que a temperatura é um dos fatores ambientais que influencia o período de atividade dos insetos e aditou que em formigas, o deslocamento ocorre mais tarde nos dias em que há um aumento de temperatura, mas com uma considerável elevação da mesma, o pico de atividade pode sofrer uma mudança de turno em torno de 12 horas. Outros insetos mostram acmes que são dependentes da luz e da temperatura. A mosca-das-frutas, Drosophila, expressa divisão de trabalho determinada pela temperatura quan

do a mesma é baixa e pela luz em altas temperaturas. O autor mencionou ainda vários comportamentos entomológicos acoplados a ritmos, destacando-se o acasalamento do gafanhoto Schistocerca, cuja fêmea armazena o esperma para fertilizar ovos postos em intervalos de 4 a 5 dias e, a ecdise, que é estabelecida por padrões fixos, incluindo a suspensão da alimentação até que o exoesqueleto esteja firme. Neste processo, há também uma marcada diferença na estrutura da cutícula depositada à noite, quando comparada com aquela sintetizada durante o dia. A quitina, no período noturno, é organizada na forma de várias camadas, enquanto que, no claro, a mesma apresenta-se não-laminada.

PARRA et alii (1977) fixaram-se na utilização do conhecimento dos ritmos circadianos no controle de pragas, referindo-se à variação da suscetibilidade de moscas e baratas às piretrinas, em função destas oscilações e à interrupção da diapausa através de alterações no fotoperíodo, acarretando a morte do inseto devido às adversidades climáticas.

GUELDNER & WIYGUL (1978) examinaram a correspondência entre a liberação de feromônio por parte do "bicudo", Anthonomus grandis Boheman, e o fotoperiodismo, averiguando que o ciclo claro-escuro atua como um agente indutor desta liberação. Mantidos em um regime de 16 horas de luz e 8 horas no escuro, durante cinco meses, os machos desprenderam feromônio, ritmicamente, no espaço de 24 horas, e o pico diário da quantidade emanada ocorreu entre 7 e 10 horas, ao passo que o valor mais baixo deu-se no período de 22 a uma hora da manhã. Sob condição de luz constante, o "bicudo" exibiu padrão arritmico de liberação. Os autores apuraram que este curculionídeo mostrou-se quiescente na escotofase, enquanto que na fotofase o mesmo é ativo.

RUZAK & ZUCKER (1979) analisaram resultados de estudos sobre a geração de ritmos em insetos e indicaram o envolvimento de diferentes estruturas nervosas neste incitamento. Em consonância com os pesquisadores, considerável evidência sugere que os lóbulos óticos contêm os osciladores que regulam os ritmos circadianos em baratas e gri

los. Uma experiência aventou a existência de um mecanismo de acoplamento humoral entre o cérebro e os efetores torácicos, que atua na produção de ritmos. Trabalhos subsequentes corroboraram que uma ligação nervosa entre o cérebro e tórax é essencial para a indução de ritmicidade. Em Blaberus craniifer, a implantação do cérebro inteiro ou dos lóbulos óticos no abdômen estimulou o aparecimento de oscilações, implicando, desta maneira, em um mecanismo humoral. A existência de um aparato circadiano fora dos lóbulos óticos foi também proposta por uma investigação que descreve a persistência de um ritmo circadiano do crescimento endocuticular em baratas mantidas em condições constantes. Este ritmo perdurou mesmo após a extirpação ou a decapitação do lóbulo ótico que produz atividade arritmica. Em lepidópteros, notadamente em saturniídeos, o ritmo da eclosão é controlado pelo cérebro e os padrões motores pelo gânglio abdominal. Neste caso, o cérebro contém o mecanismo para a geração do ritmo, o receptor para o incitamento e a fonte de um hormônio que determina o início da atividade de eclosão. Evidências mais precisas apontaram ainda que o mecanismo biológico da eclosão localiza-se no protocérebro e é diretamente sensível à luz, sendo o acoplamento do cérebro com os efetores torácicos do tipo neural.

Conforme KNOPKA & WELLS (1980), assentando-se em outras pesquisas, mutações que eliminam a ritmicidade circadiana foram isoladas em Drosophila melanogaster e de D. pseudoobscura. Estas mutações suprimem ambos os ritmos, de eclosão pupal e da atividade locomotora. Os cientistas relataram ainda que mutações aperiódicas em ambas as espécies de Drosophila têm similar efeito na morfologia de um grupo de células neurosecretoras do cérebro, permitindo deduzir que os ritmos circadianos estão firmados em bases genéticas.

SAUNDERS (1981) afirmou que mudanças sazonais no fotoperíodo regulam, entre outras coisas, diversos fenômenos, como a dormência em insetos e as taxas de crescimento. Segundo o mesmo, os requerimentos mínimos para estas respostas fotoperiódicas são um pigmento, um sistema fotoreceptor

para distinguir entre claro e escuro, um relógio para medir a duração no dia ou da noite e um sistema efetor para regular os mecanismos de controle humoral apropriados. Na sua revisão sobre fotoperiodismo e ritmos em insetos, o referido autor ateve-se no relógio fotoperiódico e no contador, fazendo ainda as seguintes constatações: embora diferenças significativas existam entre as espécies, está claro que, enquanto o relógio fotoperiódico proporciona somente uma distinção qualitativa entre noites longas e curtas, o contador fotoperiódico totaliza fotoperíodos até a um valor limite no qual dá-se a indução dos eventos, contrabalançando o efeito da temperatura ao mesmo tempo; ademais, a informação, assim coletada, é armazenada por períodos significativos sem haver perdas apreciáveis; a natureza desta informação e como a mesma é traduzida em fenômenos endócrinos, constituem uns dos problemas centrais no fotoperiodismo dos insetos; há pouca dúvida de que os fotoreceptores, o relógio e o contador estejam localizados no cérebro, mais provavelmente em um pequeno pedaço do tecido adjacente e relacionado com as células medianas neurosecretoras; os grânulos neurosecretores, formados a partir da agregação de células da mesma natureza, constituem um candidato provável ao mecanismo contador; o relógio fotoperiódico permanece uma "caixa preta" e é possível que continue assim até a completa elucidação da ritmicidade circadiana; contudo, este relógio pode estar contido em neurônios convencionais nos "pars intercerebralis", ligando-se aos axônios das células neurosecretoras; foi proposto que o relógio neural induz padrões diários de atividade elétrica que conduzem as despolarizações das membranas dos axônios terminais, culminando com a liberação do hormônio cerebral e; a síntese do hormônio do cérebro nos corpos celulares pode também seguir um ciclo circadiano.

ALDEN et alii (1983) estudaram o ajustamento diário do comportamento de três espécies do percevejo Oncopeltus, provenientes do Caribe e outra de Iowa, EUA, a fim de analisarem as atividades da alimentação, acasalamento, deslocamento e oviposição. Verificaram que as quatro populações

expressaram periodicidades diárias nos comportamentos supra citados, com picos em diferentes horas do dia. A oviposição e o deslocamento atingiram níveis máximos na metade final do período claro, ao passo que o acasalamento e a alimentação alcançaram o seu acme no final do espaço de luz ou no início do período escuro. Ficou evidenciada, portanto, uma partição das atividades mais importantes em várias horas do ciclo claro-escuro com duração de 24 horas.

Referindo-se a trabalhos realizados com o fungo simbiote das saúvas, KERMARREC et alii (1986) declararam que a formação da gongilídia, tanto no campo, como "in vitro", parece seguir um ritmo com duração de sete dias, podendo estar ligado à acumulação de uma massa crítica de material fúngico.

SALES (1990) reportou que a saúva no nordeste, Atta opaciceps, apresenta ciclos de atividades identificados por ritmos circadianos, infradianos e circanianos. O mesmo salientou que para esta espécie, a periodicidade do vôo nupcial excede a frequência própria do ritmo circaniano.

2.3.3 - Análise dos ritmos circadianos

ENRIGHT (1965) propôs uma técnica matemática denominada de periodograma, que consiste em uma análise de dados biológicos tomados regularmente em intervalos espaçados, a partir dos quais detectam-se e estimam-se periodicidades tais como os ritmos circadianos.

SOKOLOVE & BUSHELL (1978) desenvolveram um método de análise de ritmos circadianos baseado principalmente na construção do periodograma a partir do qui-quadrado estatístico. Os autores demonstraram que esta técnica é capaz de distinguir ritmos circadianos ao nível de significância aproximado de 1 %.

Em conformidade com MARQUES (1988), a bioperiodicidade pode ser determinada pela observação macroscópica: por tabulação de dados ou pela construção de gráficos em função

do tempo. O pesquisador explicita que tecnicamente, contudo, um ritmo biológico deve ser revelado de uma forma objetiva e quantitativa, através de métodos estatísticos e matemáticos.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

A análise do ritmo circadiano de Atta opaciceps, relacionado com a busca de provisão, foi realizada no Laboratório de Entomologia Agrícola do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, no período de setembro a novembro de 1990. Para tanto, utilizou-se um sauveiro artificial do tipo aberto (Figuras 1 e 2), com idade de 31 meses e formado a partir de rainhas capturadas logo após a fecundação e o fechamento do canal inicial.

Construção dos sauveiros artificiais

Em fevereiro de 1988, época de chuvas veraniais, coletaram-se 22 içãs fecundadas e estabelecidas em sauveiros situados no Núcleo de Experimentação Fitossanitária do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Campus Universitário do Pici, em Fortaleza, Ceará. Estas rainhas foram transportadas para o Laboratório de Entomologia Agrícola, em referência. A seguir, cada tanajura foi transferida para uma placa retangular de gesso com dimensões de 19x12x2cm e logo circundada por uma tela de arame com 12 cm de altura e 5 cm de diâmetro. Sobre a rainha e a estrutura de arame, colocou-se um vidro vazio do tipo Mason, 700 ml de capacidade, invertido, de modo a permitir o contato da boca do recipiente com o gesso. Uma depressão na base de gesso na área de apoio do vidro permitia o acesso ao meio externo. A câmara, assim construída, recebia umidade de um vidro com capacidade de 68 ml, contendo água corrente. O recipiente, com 80 cm de altura, 4 cm de diâmetro externo na base tinha uma tampa plástica de 3 cm e um orifício de 1 cm. Es

te, vertia água para a placa, assegurando suprimento adequado à rainha e ao fungo, Leucocoprinus gongylophora. A placa de gesso e os demais componentes foram mantidos em bandejas de alumínio com 45x30x4cm e, estas, isoladas da bancada do laboratório, por meio de uma outra bandeja de alumínio, com dimensões idênticas à primeira, contendo água corrente, hipoclorito de sódio e detergente líquido. Nesta, distribuíram-se quatro copos de vidro, tipo americano, de modo a formar um plano. Sobre estes, colocou-se a primeira bandeja. Desta forma, o conjunto das duas bandejas com placas, vidros, fungo e saúva formava a unidade do sauveiro artificial. À medida que a população aumentava, novas unidades eram incorporadas e interligadas com um acesso de alumínio, revestido com uma fina camada de gesso, em forma de arco e 20 cm de largura.

Colonização dos sauveiros artificiais

Inicialmente, os substratos de alimentação ao fungo, nos sauveiros, foram supridos com 1/4 de laranja e, ocasionalmente, aveia em flocos. À medida que as colônias se expandiam, novas placas, vidros e acessos eram acrescentados. A área de provisão foi alocada numa das extremidades dos sauveiros e constou de três bandejas de alumínio, interligadas onde o material vegetal "in natura" e aveia em flocos eram depositados. Após o período de adaptação das 22 rainhas novas, apenas dois sauveiros sobreviveram às novas condições.

Análise do ritmo circadiano da busca de provisão da saúva do nordeste

O experimento, desenvolvido sob 12 horas de luz e 12 horas de escuro, constou de cinco observações, cada uma

com duração de 24 horas, compreendendo o fornecimento de aveia em flocos contida em tampas de placas de Petri de plástico (9 cm de diâmetro e altura de 0,5 cm), previamente pesadas. Em intervalos de uma hora, as tampas eram repostas nas bandejas de alimentação dos sauveiros com o auxílio de pinças, efetuando-se a sua pesagem em balança analítica. Ao mesmo tempo, foram averiguadas temperatura e umidade relativa, empregando-se termômetro de máxima e de mínima e um higrômetro, respectivamente.

Entre as verificações, o formigueiro foi guardado com folhas e flores de Cassia sp. (leguminosae) e polpa de laranja.

A atividade de procura de substrato para o cultivo do fungo, exibida por Atta opaciceps, foi analisada em função do tempo e da quantidade de material transportado e obtida pela diferença entre os pesos inicial e final das tampas de placas de Petri com aveia. Os dados foram interpretados com o auxílio do microcomputador X-Tec Super Turbo de 16 bits, 640 Kbytes, acoplado a uma impressora matricial RIMA de 180 cps.

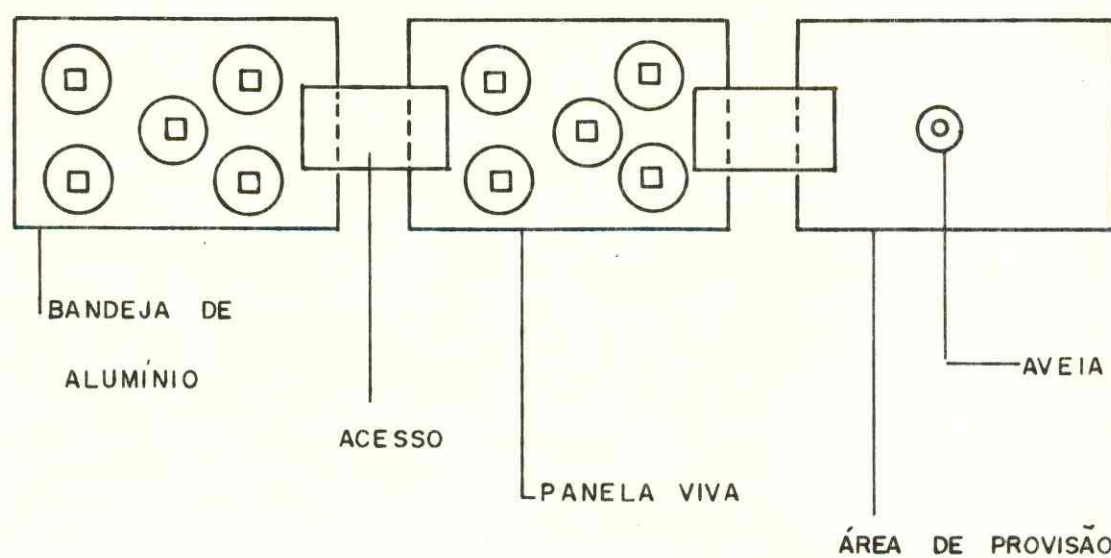


FIGURA 1 - Diagrama (visão de topo) do sauveiro artificial da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939, Fortaleza, Ceará, 1990.



FIGURA 2 - Representação do sauveiro artificial da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a fase experimental constatou-se que a introdução da aveia para aferição da ritmicidade na busca de provisão desencadeia uma sucessão de eventos comportamentais compatíveis com o observado, em condições de campo com a saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939. Via de regra, a formiga batedora (SALES, 1990) percebe o estímulo e incita o recrutamento. Constatou-se, ao longo do processo de coleta e transporte dos flocos de aveia da área de provisão até a sede real, que o mirmicíneo flui através do seu etograma, com total ausência de supernormalidade. A busca e o transporte de provisão são realizados pelas jardineiras, cortadeiras e soldados. Os últimos, em menor proporção. O transporte pode ser iniciado quando da colocação da aveia na área de provisão. Isto em virtude da percepção do estímulo pelas formigas batedoras que possam estar circulando na área. Entretanto, quando há ausência destas formas na área, o início do processo é retardado em até 30 minutos.

Na TABELA 1 estão discriminados os resultados obtidos ao longo dos ensaios. Na primeira coluna acham-se os intervalos das observações que tiveram duração de 60 minutos no lapso de 24 horas. No texto, cada intervalo é referido ao limite inferior do tempo indicado. Entretanto, a quantidade anotada, para fins de determinação do periodograma, refere-se aos flocos transportados entre os limites mínimos e máximos. As observações foram iniciadas às 18 horas e concluídas às 17 horas do dia seguinte, perfazendo, assim, 24 horas do ciclo diário. Na segunda coluna desta tabela está anotada a seqüência horária dos eventos. Nas demais colunas da TABELA 1 encontram-se os valores pertinentes às datas das observações e às somas verticais e horizontais das parcelas. Os pesos obtidos foram computados até a quarta casa decimal, contudo, por praticidade, arredondados para centésimos de

grama. Os resultados desta tabela encerram valores elevados para o primeiro dia de avaliação, quando comparados aos demais. Todavia, 48 horas após a primeira observação, verificou-se elevada mortandade no saueiro artificial, aparentemente, motivada por contaminação exógena química. Após metódica limpeza e assepsia do saueiro, permitiu-se nova acomodação, até o retorno à normalidade. Decorrido o período de estabilização, liberou-se o saueiro para novos ensaios. Portanto, a redução na quantidade de flocos de aveia transportada decorre de uma população menor de operárias a partir da segunda observação, não implicando tal fenômeno em alteração na periodicidade rítmica que o mirmicíneo pudesse apresentar. Os exames dos resultados revelam ser a saúva do nordeste um inseto ativo, especialmente no período noturno. A combinação das observações indica um acme de atividade para às 22 horas e um mínimo para às 9 horas.

A caracterização da ritmicidade de um comportamento essencial, i.e., a busca de provisão, é fator fundamental para o controle do comportamento e a domesticação (SALES, 1990). Portanto, iniciou-se um processo de investigação extensivo e minucioso, com o auxílio de computador e do logiçário Statgraphics, objetivando a eliminação de ruídos endógenos no mirmicíneo, que comprometessem o estabelecimento do periodograma da espécie em estudo. Os resultados do experimento foram testados em seis distribuições contínuas. Na TABELA 2 estão os valores desta avaliação, onde se comprova que as observações pertencem a uma distribuição normal.

A TABELA 3 encerra os valores da primeira observação, conduzida em 18 de setembro de 1990 num ciclo de 24 horas. Nesta tabela estão discriminadas as medidas de tendência central, i.e., média aritmética, mediana, moda e média geométrica. As outras medidas descrevem a dispersão dos resultados obtidos. As operárias transportaram, em média, 28,40 g de flocos de aveia. O pico de máxima atividade foi atingido às 22 horas, quando 47,59 g de flocos de aveia foram retirados da área de provisão e transportados até a sede real. A amplitude interquartélica superou o valor médio da

observação, entretanto, a variabilidade do quartel superior situou-se na faixa de 3,05 g. Ademais, todos os valores deste agrupamento ocorreram na escotofase. Pelos valores discriminados na TABELA 3, observa-se maior dispersão no transporte de aveia pelos mirmicíneos no quartel inferior. A variação entre os valores deste grupo atingiu 5,77 g e, os resultados foram constatados na fotofase. Confirma-se ainda, que a atividade do mirmicíneo aferida pelos flocos de aveia levados à massa fúngica, ajusta-se a uma distribuição platicúrtica, assim revelada pelo índice de convexidade padrão.

A ritmicidade das operárias acha-se representada pela linha poligonal da FIGURA 3, onde se observa um período de franca atividade na escotofase, com variabilidade desprezível após o primeiro pico de máxima. Uma profunda deflexão segue-se ao término do período noturno, com uma faixa de maior variabilidade logo após, característica de ruído endógeno e, própria da fotofase.

Na segunda observação, procedida no dia 16 de outubro de 1990, a quantidade média de aveia conduzida para a sede real do sauveiro artificial foi de 2,61, com valores máximo e mínimo de 8,58 g e 0,0 g, respectivamente (TABELA 4). Ainda nesta tabela, pode-se verificar que as saúvas mostraram máxima atividade de busca de provisão às 24 horas, enquanto que às 6, 9, 11, 13 e 14 horas, não houve transporte efetivo de material. A FIGURA 4 revelou que, nesta mesma avaliação, as operárias manifestaram deslocamento durante quase todo o período de 24 horas, com movimentação bem maior na escotofase.

Nas TABELAS 5, 6 e 7 correspondentes aos dados obtidos nos dias 24 de outubro, 08 e 20 de novembro de 1990, os valores médios de substrato transportado pelas saúvas para o cultivo do fungo foram 3,45 g; 3,59 g e 1,74 g, com os respectivos picos de atividade máxima às 3 horas da manhã, 20 horas e 20 horas. Constatou-se também nestas três observações, que Atta opaciceps expressa labor durante quase todo o dia, com evidente predominância no período noturno (FIGURA 5, 6 e 7).

A TABELA 8 e as FIGURAS 8 e 9 exprimem a totalização das cinco observações concernentes à análise do ritmo biológico da saúva do nordeste relacionado com a sua busca de provisão. De acordo com estas ilustrações, este formicídeo apresentou-se ativo durante a maior parte do espaço de 24 horas, com acme às 22 horas e talvez às 9 horas, com abrupta redução a partir das 6 horas da manhã, portanto, com o início da fotofase. No APÊNDICE, o comportamento deste atíneo está melhor explicitado em cada um dos períodos do dia.

Os resultados reportados acima discordam da afirmação de GALLO et alii (1978) na qual os autores indicaram que A. opaciceps é uma espécie pouco ativa. Quanto ao período do dia em que as saúvas denotam trabalho de busca de provisão, os dados obtidos condizem com os de CHERRET (1968), FOWLER & ROBINSON (1979) e GONÇALVES (1984), que descreveram esta atividade como prevalecentemente noturna.

Com base nas tabelas do APÊNDICE 2 e nas demais citadas anteriormente, tornou-se evidente nesta pesquisa, que a saúva do nordeste busca por provisão seguindo uma ciclicidade biológica, enquadrada como um ritmo circadiano, já que os padrões comportamentais se repetiram a cada 24 horas. Neste tocante, HOGSON (1955), citado por FORTI (1979), e LEWIS et alii (1974 a) já tinham observado que formigas do gênero Atta exerciam a procura de substrato para o cultivo do fungo de acordo com uma seqüência rítmica. Outrossim, pode-se inferir que o ciclo de alternância claro-escuro constituiu o agente incitador ou sincronizador da referida atividade, visto que os outros prováveis "Zeitgebers", tais como, disponibilidade de alimento e temperatura, não se expressaram em ciclos repetitivos a cada 24 horas, durante a condução do experimento.

TABELA 1 - Quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de saúveiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Horário	Tempo (h)	Data					Soma
		18/09	16/10	24/10	08/11	20/11	
18-19	1	24,65	0,49	0,00	0,00	1,47	26,61
19-20	2	25,96	3,55	7,44	5,70	3,75	46,40
20-21	3	32,14	3,28	6,86	9,55	4,40	56,23
21-22	4	44,55	3,18	8,10	7,82	3,45	67,10
22-23	5	47,59	6,76	7,66	6,59	3,79	72,39
23-24	6	45,17	5,58	4,81	5,41	3,45	64,42
00-01	7	46,98	8,58	8,25	6,57	1,42	71,80
01-02	8	45,77	5,76	8,89	5,91	2,44	68,77
02-03	9	45,11	7,66	7,67	8,29	2,68	71,41
03-04	10	44,53	7,78	8,98	6,49	0,03	67,81
04-05	11	44,30	7,54	6,86	8,62	1,87	69,19
05-06	12	39,00	0,39	0,00	0,26	0,00	39,65
Subtotal	-	485,75	60,55	75,52	71,21	28,75	721,78
06-07	13	19,34	0,00	0,00	0,00	0,52	19,86
07-08	14	15,85	0,11	0,00	0,00	0,00	15,96
08-09	15	22,13	0,22	0,29	0,81	0,24	23,69
09-10	16	14,24	0,00	0,00	0,00	0,00	14,24
10-11	17	20,74	0,04	0,56	0,02	0,15	21,51
11-12	18	19,72	0,00	0,68	1,77	2,28	24,45
12-13	19	14,35	0,80	1,14	1,42	1,76	19,47
13-14	20	13,90	0,00	0,70	2,01	1,81	18,42
14-15	21	15,06	0,00	1,35	1,73	1,56	19,70
15-16	22	13,95	0,21	1,80	2,42	1,75	20,13
16-17	23	16,63	0,33	0,41	2,08	1,54	20,99
17-18	24	9,68	0,54	0,36	2,64	1,43	14,65
Subtotal	-	195,59	2,25	7,29	14,90	13,04	233,07
Total	-	681,34	62,80	82,81	86,11	41,79	954,85

TABELA 2 - Tipo de distribuição relativa à quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de saúveiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Data de leitura	Parâmetro		Tipo de distribuição
	Média	Desvio padrão	
18/09/90	28,39	13,82	Normal
16/10/90	2,62	3,16	Normal
24/10/90	3,45	3,65	Normal
08/11/90	3,59	3,24	Normal
20/11/90	1,74	1,34	Normal

TABELA 3 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de sauveiro artificial, na primeira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Tamanho da amostra (n)	24,00	Quantidade máxima (22h)	47,59
Média	28,40	Amplitude	37,91
Mediana	23,39	Quartel inferior	15,45
Moda	22,13	Quartel superior	44,54
Média geométrica	25,10	Amplitude interquartêlica	29,08
Variância	190,98	Assimetria (Skewness)	0,28
Desvio padrão	13,82	Assimetria padrão	0,56
Erro padrão	2,82	Convexidade (Kurtosis)	- 1,73
Quantidade mínima (17h)	9,68	Convexidade padrão	- 1,73

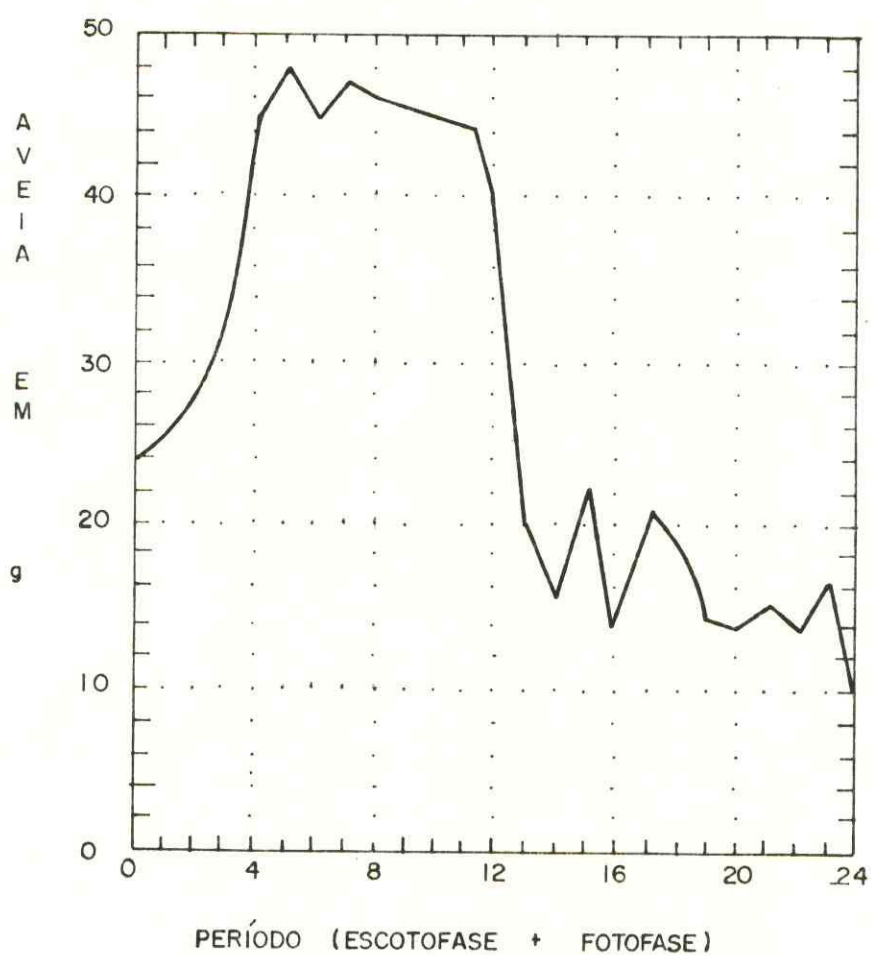


FIGURA 3 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) na área de provisão para a sede real de saueiro artificial, na primeira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

TABELA 4 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, na segunda observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Tamanho da amostra (n)	24,00	Quantidade máxima (24h)	8,58
Média	2,61	Amplitude	8,58
Mediana	0,51	Quartel inferior	0,07
Moda	0,00	Quartel superior	5,67
Média geométrica	0,00	Amplitude interquartélica	5,59
Variância	10,02	Assimetria (Skewness)	0,79
Desvio padrão	3,16	Assimetria padrão	1,58
Erro padrão	0,65	Convexidade (Kurtosis)	- 1,09
Quantidade mínima *	0,00	Convexidade padrão	- 1,09

(*) 6, 9, 11, 13 e 14h.

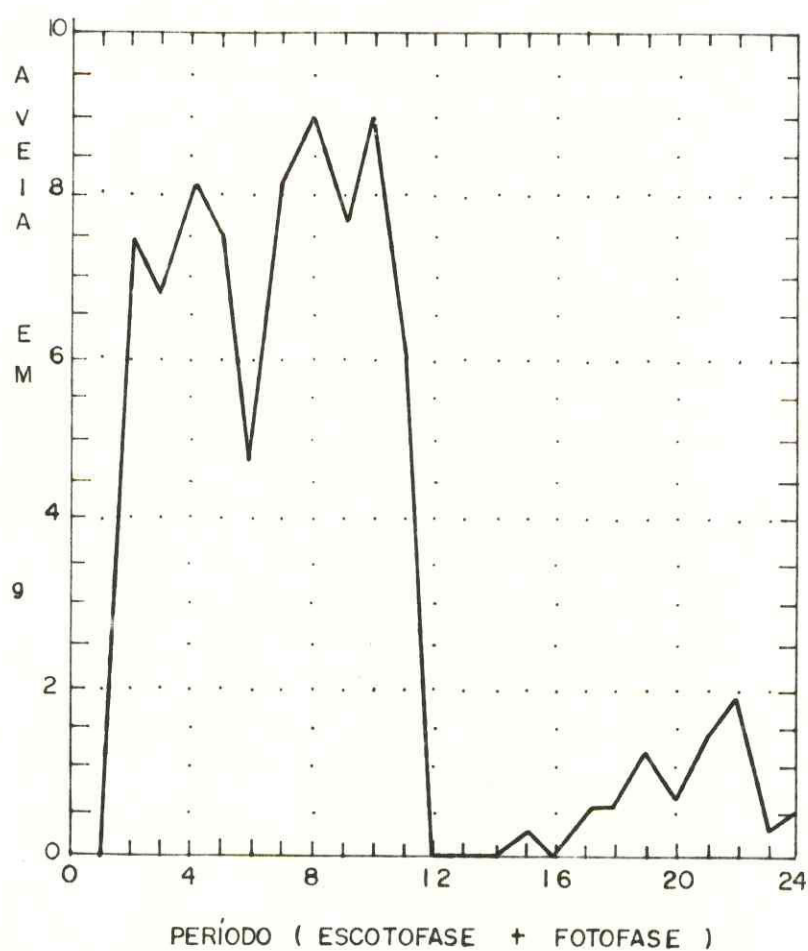


FIGURA 4 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, na segunda observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

TABELA 5 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, na terceira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Tamanho da amostra (n)	24,00	Quantidade máxima (03h)	8,98
Média	3,45	Amplitude	8,98
Mediana	1,245	Quartel inferior	0,32
Moda	0,00	Quartel superior	7,55
Média geométrica	0,00	Amplitude interquartélica	7,22
Variância	13,30	Assimetria (Skewness)	0,44
Desvio padrão	3,65	Assimetria padrão	0,88
Erro padrão	0,74	Convexidade (Kurtosis)	- 1,77
Quantidade mínima *	0,00	Convexidade padrão	- 1,77

(*) 18, 05, 06, 07 e 09h

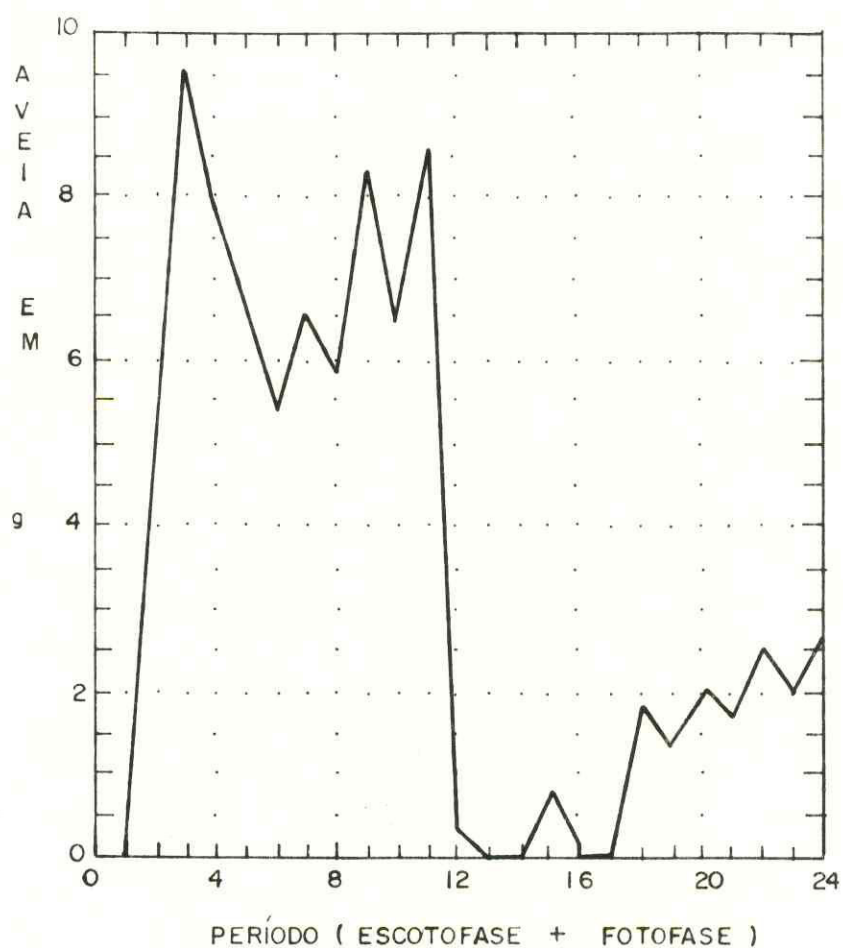


FIGURA 5 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, na terceira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

TABELA 6 - Medidas de distribuição para a quantidade de flo
cos de aveia, em gramas, transportada pelas ope
rárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps
Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área
de provisão para a sede real de sauveiro artifi
cial, na quarta observação, Fortaleza, Ceará, Bra
sil, 1990.

Tamanho da amostra	24,00	Quantidade máxima (20h)	9,55
Média	3,59	Amplitude	9,55
Mediana	2,25	Quartel inferior	0,53
Moda	0,00	Quartel superior	6,53
Média geométrica	0,00	Amplitude interquartélica	5,99
Variância	10,52	Assimetria (Skewness)	0,42
Desvio padrão	3,24	Assimetria padrão	0,85
Erro padrão	0,66	Convexidade (Kurtosis) -	1,36
Quantidade mínima *	0,00	Convexidade padrão	- 1,36

(*) 18, 06, 07 e 09h.

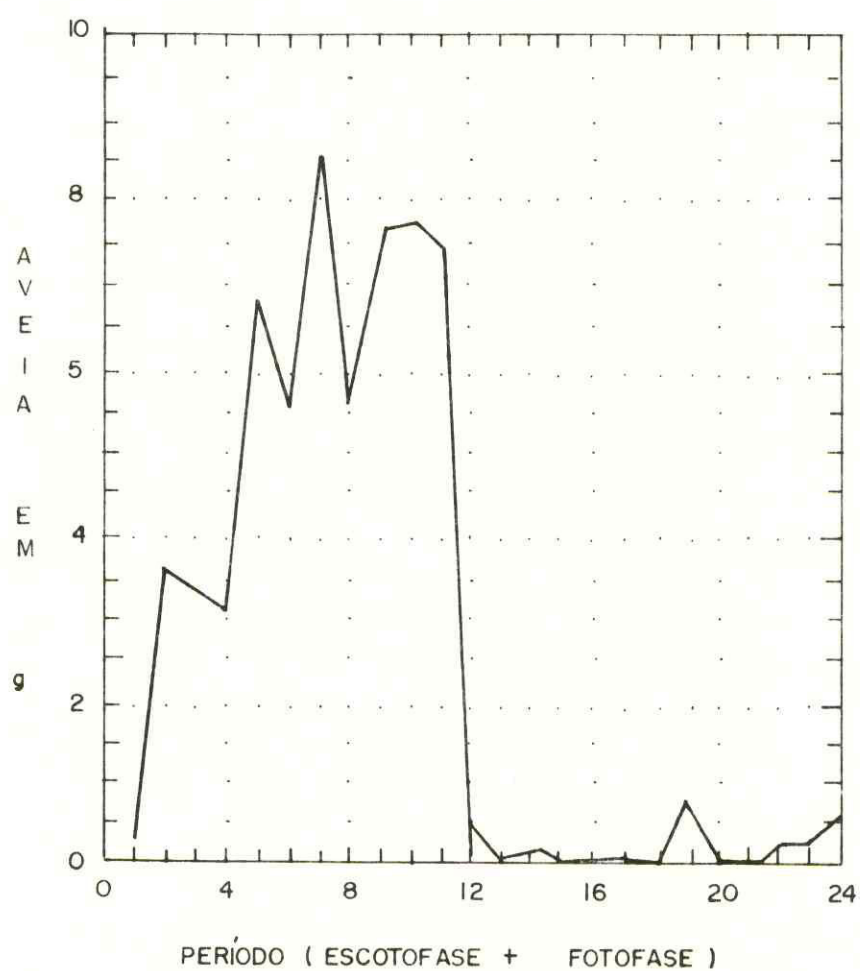


FIGURA 6 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para sede real de saúveiro artificial, na quarta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

TABELA 7 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, na quinta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Tamanho da amostra	24,00	Quantidade máxima (20h)	4,40
Média	1,74	Amplitude	4,40
Mediana	1,65	Quartel inferior	0,38
Moda	0,00	Quartel superior	2,56
Média geométrica	0,00	Amplitude interquartélica	2,18
Variância	1,80	Assimetria (Skewness)	0,32
Desvio padrão	1,34	Assimetria padrão	0,65
Erro padrão	0,27	Convexidade (Kurtosis)	- 0,80
Quantidade mínima *	0,00	Convexidade padrão	- 0,80

(*) 07 e 09h.

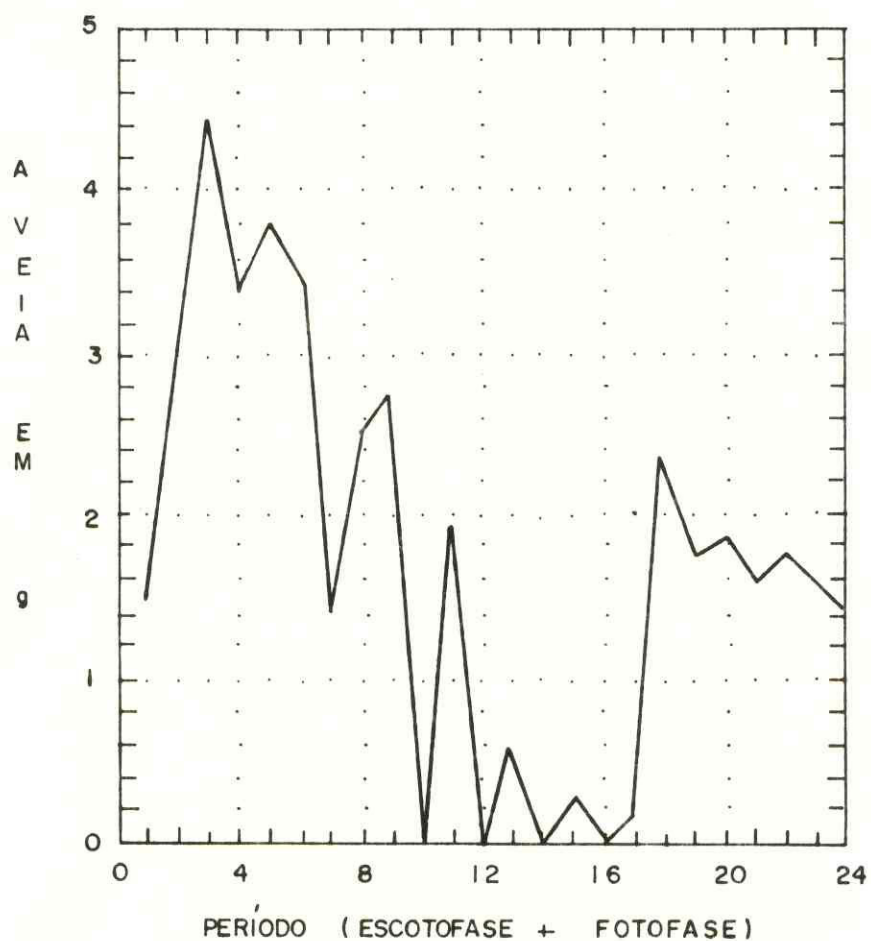


FIGURA 7 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, na quinta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

TABELA 8 - Combinação total das medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, nas cinco observações, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Tamanho da amostra	24,00	Quantidade máxima (22h)	72,39
Média	39,78	Amplitude	58,15
Mediana	25,53	Quartel inferior	19,78
Moda	24,45	Quartel superior	67,45
Média geométrica	33,32	Amplitude interquartélica	47,67
Variância	543,87	Assimetria (Skewness)	0,37
Desvio padrão	23,32	Assimetria padrão	0,75
Erro padrão	4,76	Convexidade (Kurtosis)	- 1,79
Quantidade mínima (09)	14,24	Convexidade padrão	- 1,79

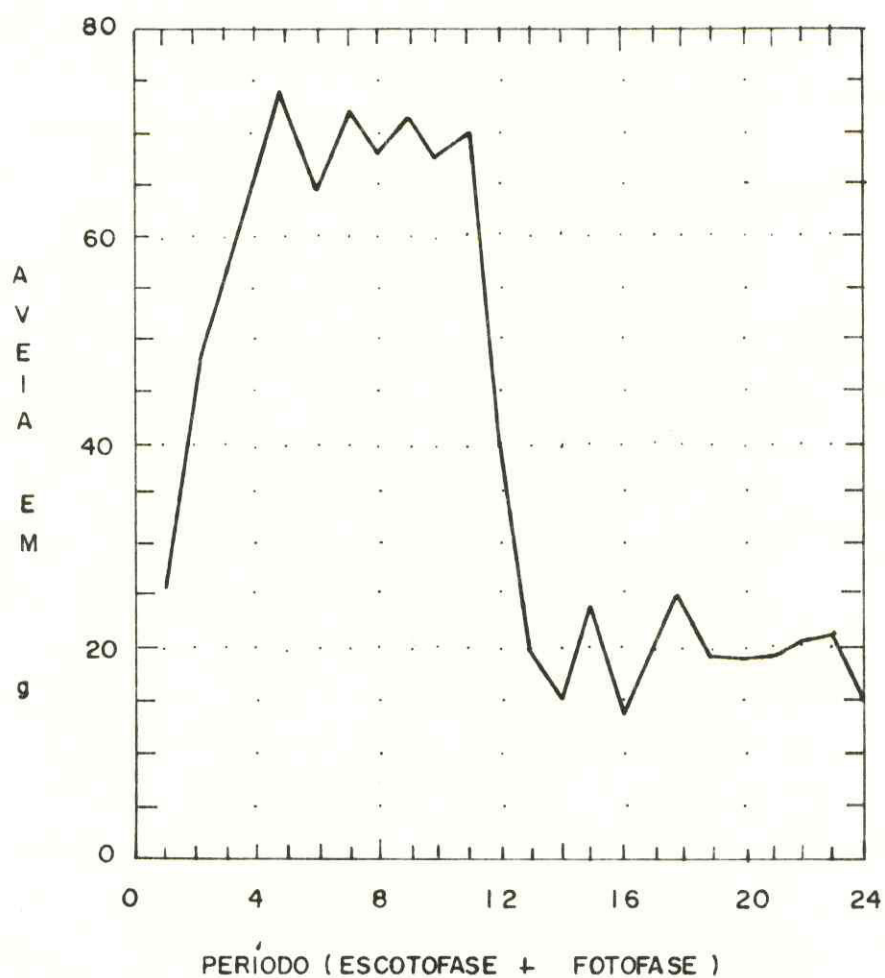


FIGURA 8 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, nas cinco observações, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

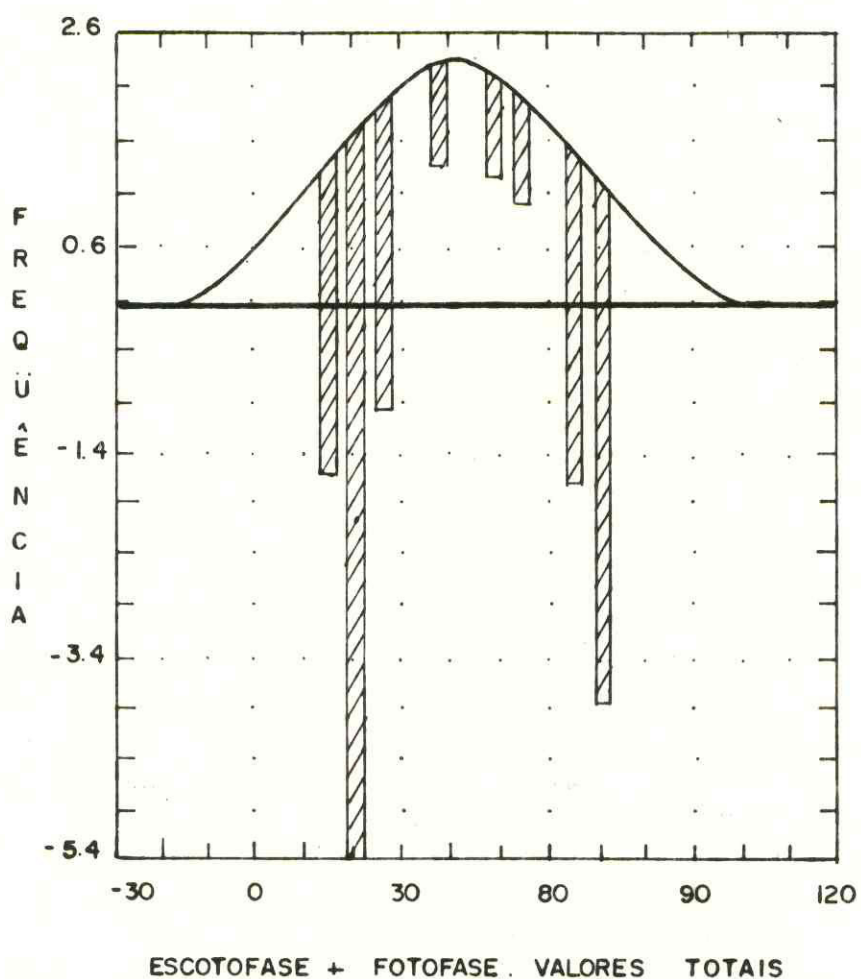


FIGURA 9 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, total das observações, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

5 - CONCLUSÕES

O controle comportamental da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 e a subsequente domesticação da espécie guardam dependência com a ritmicidade de comportamentos essenciais ao sucesso deste atíneo.

Os resultados obtidos na fase experimental indicaram que os flocos de aveia utilizados na aferição do ritmo incitaram o ritual normal da operação de transporte e preparação de substrato ao fungo cultivado pela A. opaciceps.

As iterações desenvolvidas com o computador e o logiciário Statgraphics permitiram o estabelecimento do periodograma, através de procedimento inédito, para a ritmicidade na busca de provisão. Constatou-se que a saúva do nordeste apresenta ritmo circadiano na busca de provisão, caracterizado por intensa atividade no período de escotofase. O procedimento experimental revelou que os valores obtidos no período noturno não são estocásticos, portanto, não sofrem influência de ruídos internos que possam afetar o mecanismo liberador inato e estimular comportamento atípico. Na fotofase, constataram-se baixos níveis de busca de provisão e elevada variabilidade, denotando, pelo periodograma, a incidência de ruído endógeno. Estes padrões comportamentais são renovados a cada ciclo de 24 horas. Os coeficientes de indeterminação explicam as ocorrências que extrapolaram as previsões do periodograma. Ademais, a escotofase caracterizou-se por uma distribuição leptocúrtica em que o acme de busca e transporte de provisão ocorreu às 22 horas.

A escotofase estimula a movimentação e a exposição de todas as castas assexuadas, embora o excesso de atividade exterior à sede real não implique em incremento na atividade de busca de provisão. Neste período, os indivíduos têm comportamento mais agressivo na fotofase.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADKISSON, P.L. Internal clocks and insect diapause. Science, v.154, n.3746, p.234-241, 1966.
- ALDEN, B.; DINGLE, H. & POSSIDENTE, B. Diel organization of behaviour in milkweed bugs, Oncopeltus spp. Physiological Entomology, v.8, p.223-230, 1983.
- AMANTE, E. A formiga saúva Atta capiguara, pragas das pasta gens. O Biológico, v.33, n.6, p.113-120, 1967.
- BASTOS, J.A.M. ensaio preliminar do controle da saúva do nordeste brasileiro, Atta opaciceps Borgmeier, 1939, com inseticidas orgânicos sintéticos em forma de pó e de is ca. Fitossanidade, Fortaleza, v.1, n.1, p.6-7, 1974.
- _____. Controle da formiga de roça, Atta opaciceps Borgmeier, 1939, com inseticidas orgânicos sintéticos em forma de isca e aldrin em concentrado emulsionável. Fitossanidade, Fortaleza, v.1, n.2, p.59-60, 1975.
- _____.; MESQUITA, A.L.M. & LOPES, L. de O. Estudo da viabili dade de operárias de Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae), em condições de confinamento. Fitossanidade, Fortaleza, v.2, n.3, p.64-66, 1978a.
- _____. A sobrevivência de operárias da saúva Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae), em covas no campo, sob ação da fosfina. fitossanidade, Fortaleza, v. 2, n.3, p.76-78, 1978b.
- _____. Principais pragas das culturas e seus controles. São Paulo, Nobel, 1982. 223p.

- BERNSTEIN, R. Schedules of foraging activity in species of ants. Journal of Animal Ecology, v.48, p.921-930, 1979.
- BRADY, J. The physiology of insect circadian rhythms. In: THEHERNE, J.E.; BERRIDGE, M.J. & WIGGLESWORTH, V.B., eds; Advances in Insect Physiology, London and New York, Academic Press, 1974. p.1-115.
- CHERRET, J.M. The foraging behaviour of Atta cephalotes L. (Hymenoptera, Formicidae). I. Foraging pattern and plant species attacked in tropical rain forest. Journal of Animal Ecology, v.37, p.387-403, 1968.
- CIPOLLA NETO, J. Cronobiologia - o tempo e a vida. Ciência Hoje, v.5, n.29. p.19, 1987.
- DIEZ-NOGUERA, A.; CAMBRAS, T.; RIBOT, M. & TORRALBA, A. Hereditary nature of the pattern of the motor activity circadian rhythm in mice. Physiology & Behaviour, v.45, p.307-311, 1989.
- ENRIGHT, J.T. The search for rhythmicity in biological time-series. J. Theor. Biol., v.8, p.426-468, 1965.
- FORTI, L.C. Avaliação populacional das "operárias forrageiras" de Atta sexdens rubropilosa Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae) através de dois métodos de estimativa. Piracicaba, USP/ESALQ, 1979. 114p. (Tese de Mestrado).
- _____.; SILVEIRA NETO, S. & PEREIRA-DA-SILVA, V. Atividade forrageira de Atta sexdens rubropilosa Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae): fluxo e velocidade dos indivíduos na trilha, caracterização dos indivíduos forrageiros e duração e número de jornadas de coleta de vegetais. Revta. Bras. Ent., v.28, n.3, p.275-284, 1984.
- FOWLER, H.G. & ROBINSON, S.W. Foraging by Atta sexdens (Formicidae: Attini): seasonal patterns, caste and

- efficiency. Ecological Entomology, v.4, p.239-247, 1979.
- FOWLER, H.G.; FORTI, L.C.; BRANDÃO, C.R.F.; DELABIE, J.H.C. & VASCONCELOS, H.L. Ecologia nutricional de formigas. In: PANIZZI, A.R. & PARRA, J.R.P., eds., Ecologia Nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. São Paulo, Manole, 1991. p.131-223.
- FRANK, K.D. & ZIMMERMAN, W.F. Action spectra for phase shifts of a circadian rhythm in Drosophila. Science, v.163, n.3868, p.688-689, 1969.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCHI, R.A. & ALVES, S.B. Manual de Entomologia Agrícola. São Paulo, Ceres, 1978.
- GONÇALVES, N.G.G. Manipulação cultural da saúva do nordeste em agroecossistema de feijão-de-corda. Fortaleza, UFC/CCA, Departamento de Fitotecnia, 1984. 94p. (Tese de Mestrado).
- GUELDNER, R.C. & WIYGUL, G. Rhythms in pheromone production of male boll weevil. Science, v.199, n.4332, p.984-986, 1978.
- HUBBEL, S.P.; JOHNSON, L.K.; STANILSAV, E.; WILSON, B. & FOWLER, H. Foraging by bucket-brigade in leaf-cutter ants. Biotropica, v.12, n.3, p.210-213, 1980.
- JACKLET, J.W. & GERONIMO, J. Circadian rhythm: population of interacting neurons. Science, v.174, n.4006, p.299-302, 1971.
- _____. Neuronal circadian rhythm: phase shifting by a protein synthesis inhibitor. Science, v.198, n.4312, p.69-71, 1977.
- JAFFÉ, K. & PINO, E. On chemical communication in ant Crematogaster sumichrasti Mayr (Hymenoptera, Formicidae,

Myrmicinae). Revta. Bras. Ent., v.33, n.1, p.149-155, 1989.

KERMARREC, A.; DECHARME, M. & FEBUAY, G. Leaf-cutting ant symbiotic fungi: a synthesis of recent research. In: LOFGREN, C.S. & MEER, R.K.V., eds., Fire ants and leaf-cutting ants - biology and management, Boulder and London, Westview Press, 1986. p.146-158.

KNAEPEN, E. & WEYERS, M. Adult susceptibility induced by preweaning shifts of Zeitgeber in rats (I). Physiology & Behaviour, v.44, p.763-767, 1988.

KONOPKA, R. & WELLS, S. Drosophila clock mutations affect the morfology of a brain neurosecretory cell group. J. of Neurobiology, v.11, n.4, p.411-415, 1980.

LEWIS, T.; POLLARD, G.V. & DIBLEY, G.C. Rhythmic foraging in the leaf-cutting ant Atta cephalotes (L.) (Formicidae: Attini). Journal of Animal Ecology, v.43, p.129-141, 1974a.

_____.; _____. & _____. Micro-environmental factors affecting diel patterns of foraging in the leaf-cutting ant Atta cephalotes (L.) (Formicidae: Attini). Journal of Animal Ecology, v.43, p.143-153, 1974b.

MAJER, J.D. The foraging activity of some West African cacao farm ants. Revista Theobroma, v.12,n.3. p.155-162, 1982.

MARICONI, F.A.M. & PAIVA CASTRO, U. de. Notas sobre a saúva e o sauveiro. O Biológico, São Paulo, v.26, n.6, p. 97-108, 1960.

MARICONI, F.A.M. As Saúvas. São Paulo, Agronômica Ceres, 1970. 167p.

MARQUES, N. Cronobiologia - A genética dos ritmos biolôgi

cos. Ciência Hoje, v.7. n.39, p.16, 1988.

MARQUES, M.D.; MARQUES, N.; MENNA-BARRETO, L. SILVA, A.A.B. & CIPOLLA NETO, J. Ritmos da vida. Ciência Hoje, v.10; n.58, p.42-49, 1989.

MINIS, D.H. & PITTENDRIGH, C.S. Circadian oscillation controlling hatching: its ontogeny during embryogenesis of a moth. Science, v.159. n.3814, p.534-536, 1968.

MOORE-EDE, M.C. Physiology of circadian timing system: predictive versus reactive homeostasis. Am. J. Physiol, v.250, R191, p.R735-R752, 1986.

OLIVEIRA, J.V. de. Primeiros resultados de controle da formiga saúva, Atta opaciceps Borgmeier, 1939, com isca granulada Mirex. Fitossanidade, Fortaleza, v.1, n.2. p.37-38, 1975.

PARRA, J.R.P.; SILVEIRA NETO, S.; KASTEN JR., P. & CRÓCOMO, W.B. Equipamento para estudar a influência do fotoperíodo no desenvolvimento de insetos. Anais da S.E.B., v.6, n.2, p.318-320, 1977.

PHILLIPS, J.G. (ed.) Environmental physiology. New York, John Wiley & Sons, 1975. 198p.

PORTER, S.D. & TSCHINKEL, W.R. Foraging in Solenopsis invicta (Hymenoptera: Formicidae): effects of weather and season. Environmental Entomology, v.16, n.3, p.802-808, 1987.

POSSIDENTE, B. & HEGMAN, J.F. Circadian complexes: circadian rhythms under common gene control. Journal of Comparative Physiology, v.139, p.121-125, 1980.

ROCKWOOD, L.L. Foraging patterns and plant selection in costa rican leaf cutting ants, New York Entomological

Society, v.85, n.4, p.222-233, 1977.

RUZAK, B. & ZUCKER, I. Neural regulation of circadian rhythms. The American Physiological Society, v.59, n.3, p.449-526, 1979.

SALES, F.J.M. Adubação do milho com terra solta de saúveiros. Fitossanidade, Fortaleza, v.6/9, n. único, p.81-86, 1982/85a.

_____. Controle cultural da saúva do nordeste. Fitossanidade, Fortaleza, v.6/9, n. único, p.87-93, 1982/85b.

SALES, F.J.M.; GOMES, N.G.; ALVES, V.P.O. & BARROS, R. A saúva do nordeste como agente de intemperismo propulsor da fertilidade do solo. Fitossanidade, Fortaleza, v.6/9, n. único, p.41-56, 1982/85a.

_____.; ALVES, V.P.O.; GOMES, N.G. & ALVES, M.T. Vulnerabilidade de algumas culturas à saúva do nordeste. Fitossanidade, Fortaleza, v.6/9, n. único, p.73-80, 1982/85b.

_____. Saúvas: comportamento, domesticação e aleloquímicos. Fortaleza, UFC/CCA/Departamento de Fitotecnia, 1990. 183p. (Relatório Técnico, 1).

SAUNDERS, D.S. Circadian clock in insect protoperiodism. Science, v.168, p.601-603, 1970.

_____. Thermoperiodic control of diapause in an insect: theory of internal coincidence. Science, v.181, n.4097, p. 358-360, 1973.

_____. Circadian rhythms and protoperiodism. In: _____. The physiology of insecta, v.2, New York, Academic Press, 1974. p.461-533.

_____. Insect photoperiodism - the clock and the counter: a

- review. Physiological Entomological. v.6, p.99-116, 1981.
- SILVA, L.M.S.R. da. Análise da arquitetura externa de saúveiros de Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae). Fortaleza, UFC/CCA, Departamento de Fitotecnica, 1981. 94p. (Tese de Mestrado).
- SOKOLOVE, P.G. & BUSHELL, W.N. The chi square periodogram: its utility for analysis of circadian rhythms. J. Theor. Biol., v.72, p.131-160, 1978.
- SULLIVAN, W.N.; CAWLEY, B.; HAYES, D.K.; ROSENTAL, J. & HALBERG, F. Circadian rhythm in susceptibility of house flies and madeira cockroaches to pyrethrum. Journal of Economic Entomology, v.63, n.1, p.159-163, 1970.
- TRUMAN, J.W. & RIDDIFORD, L.M. Neuroendocrine control of ecdysis in silkmoth. Science, v.167, n.3922, p.1624-1626, 1970.
- VIEIRA, F.V. Ensaio preliminar com fosfina contra a saúva do sertão do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939. Ciência Agron., Fortaleza, v.4, n.1-2, p.95-97, 1974.
- WALLER, D.A. The foraging ecology of Atta texana in Texas. In: LOFGREN, C.S. & MEER, R.K.V., eds., Fire ants and leaf-cutting ants - biology and management, Boulder and London, Westview Press, 1986. p.146-158.
- WEBER, N.A. Fungus-growing ants. Science, v.153, n.3736, p.587-604, 1966.
- WILSON, E.O. The insect societies. Cambridge, The Belknap Press of Havard University Press, 1974. 548p.
- _____. The defining traits of fire ants and leaf-cutting ants. In: LOFGREN, C.S. & MEER, R.K.V., eds., Fire ants and leaf-cutting ants - biology and management, Boulder and London, Westview Press, 1986. p-1-9.

APENDICE 1

TABELA 9 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) na área de provisão para a sede real de sauveiro artificial, em escotofase, na primeira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Tamanho da amostra	12,00	Quantidade máxima (22h)	47,59
Média	40,48	Amplitude	22,94
Mediana	44,54	Quartel inferior	35,56
Moda	44,53	Quartel superior	45,47
Média geométrica	39,56	Amplitude interquartêlica	9,91
Variância	67,72	Assimetria (Skewness)	- 1,26
Desvio padrão	8,23	Assimetria padrão	- 1,78
Erro padrão	2,37	Convexidade (Kurtosis)	0,05
Quantidade mínima (18h)	24,65	Convexidade padrão	0,03

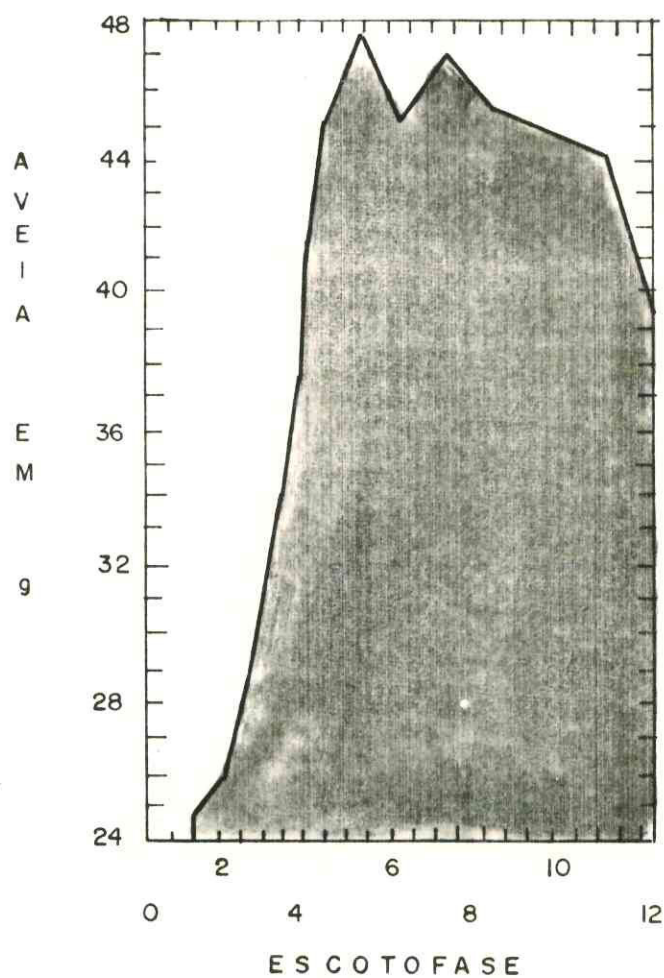


FIGURA 10 - Polígono da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em escotofase, na primeira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

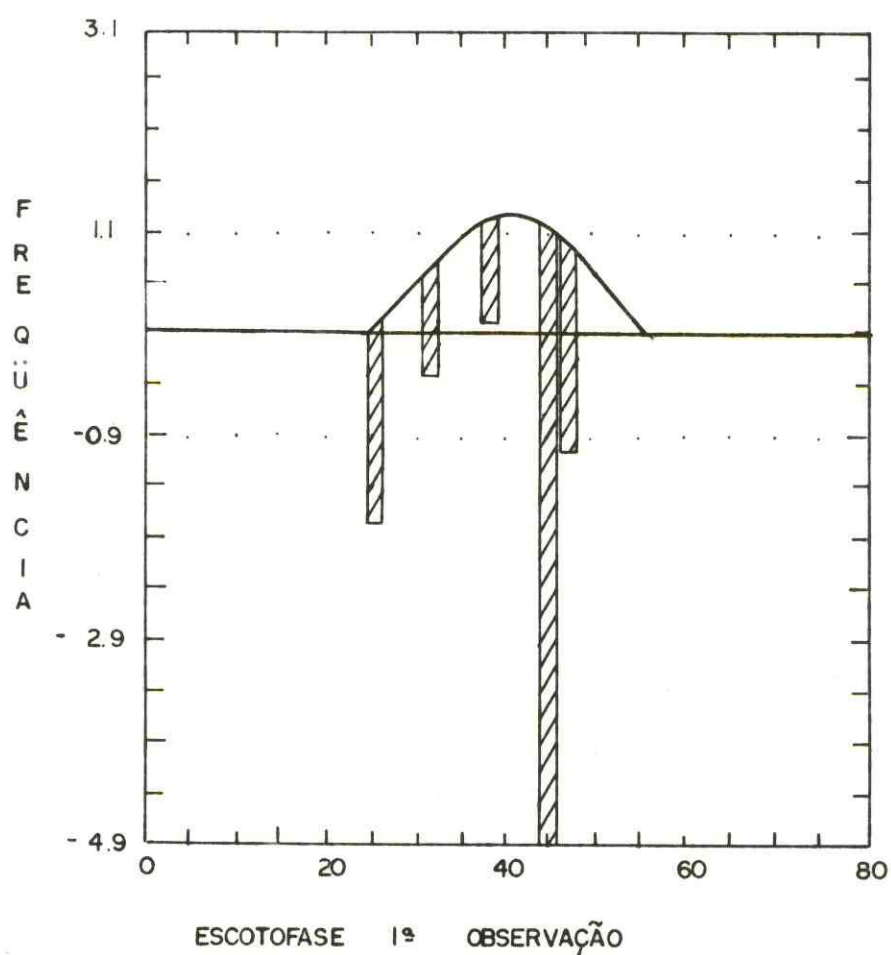


FIGURA 11 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, escotofase, na primeira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

TABELA 10 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae), da área de provisão para a sede real de sauveiro artificial, em escotofase, na segunda observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Tamanho da amostra	12,00	Quantidade máxima (24h)	8,58
Média	5,04	Amplitude	8,19
Mediana	5,67	Quartel inferior	3,23
Moda	5,58	Quartel superior	7,60
Média geométrica	3,67	Amplitude interquartêlica	4,37
Variância	8,00	Assimetria (Skewness)	- 0,52
Desvio padrão	2,83	Assimetria padrão	- 0,73
Erro padrão	0,82	Convexidade (Kurtosis)	- 1,00
Quantidade mínima (5h)	0,39	Convexidade padrão	- 0,70

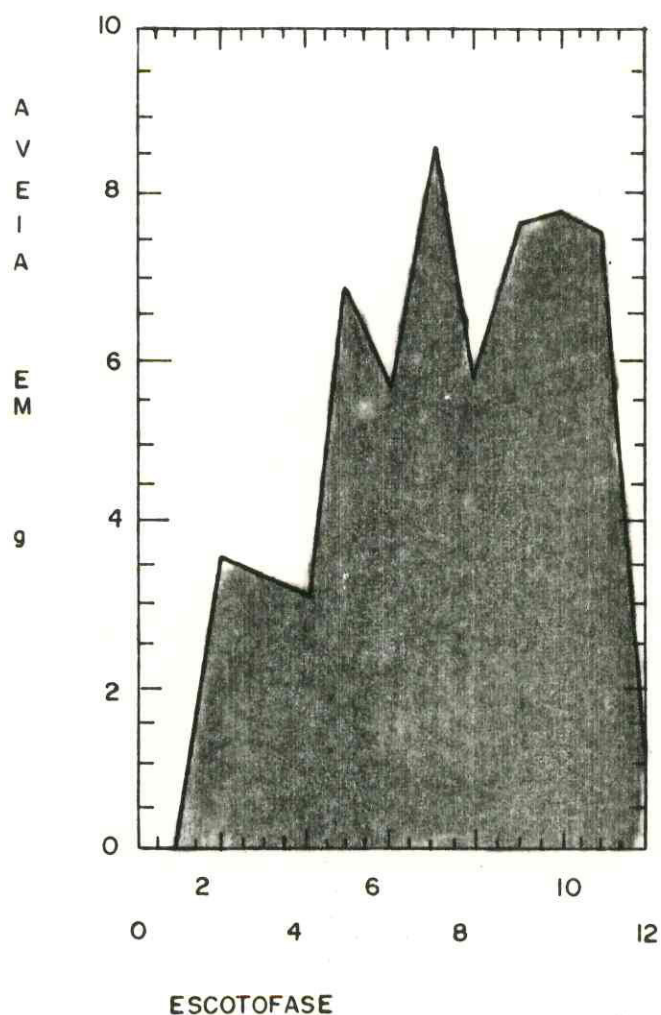


FIGURA 12 - Polígono da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em escotofase, na segunda observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

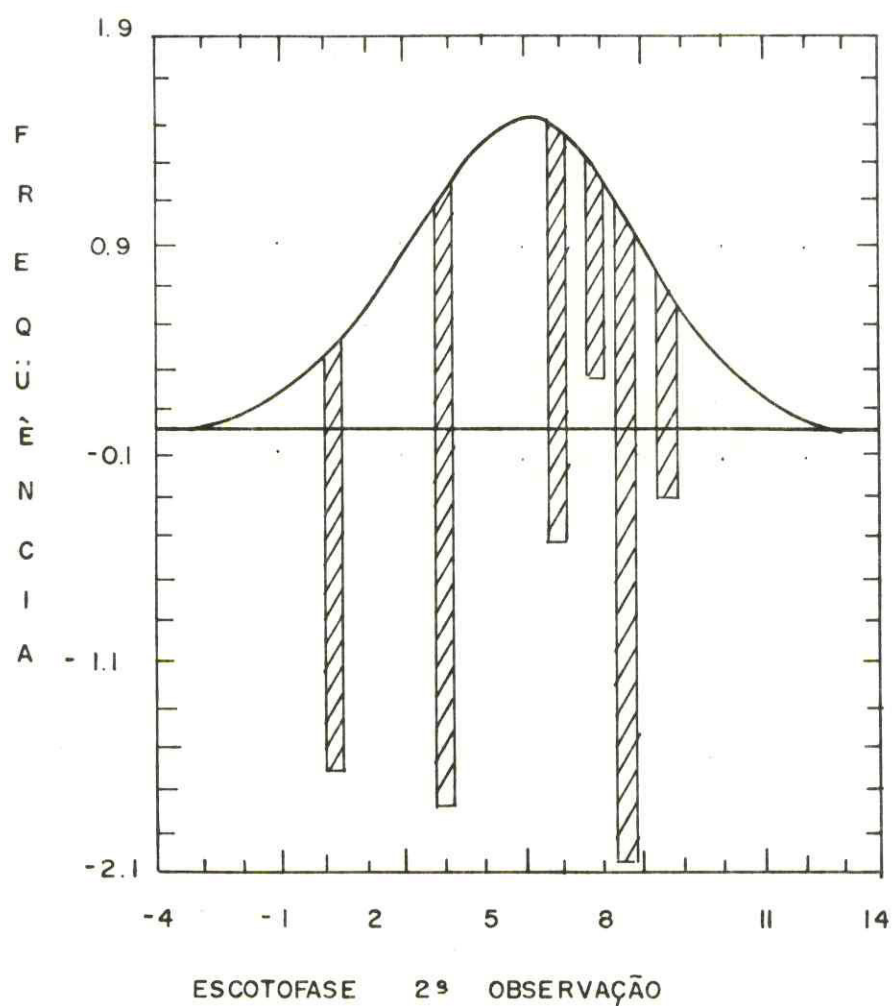


FIGURA 13 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em escotofase, na segunda observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

TABELA 11 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real do sauveiro artificial, em escotofase, na terceira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Tamanho da amostra	12,00	Quantidade máxima (03h)	8,98
Média	6,30	Amplitude	8,98
Mediana	7,55	Quartel inferior	5,83
Moda	0,00	Quartel superior	8,17
Média geométrica	0,00	Amplitude interquartélica	2,34
Variância	9,84	Assimetria (Skewness)	- 1,57
Desvio padrão	3,14	Assimetria padrão	- 2,22
Erro padrão	0,90	Convexidade (Kurtosis)	1,30
Quantidade mínima *	0,00	Convexidade padrão	0,92

(*) 18 e 05h.

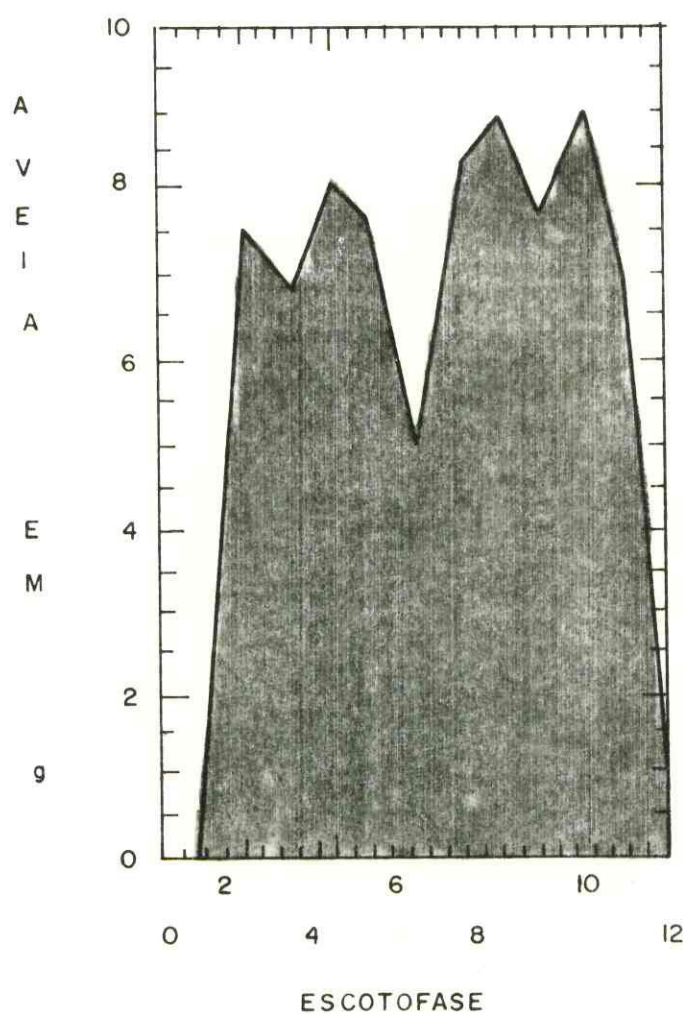


FIGURA 14 - Polígono da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, em escotofase, na terceira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

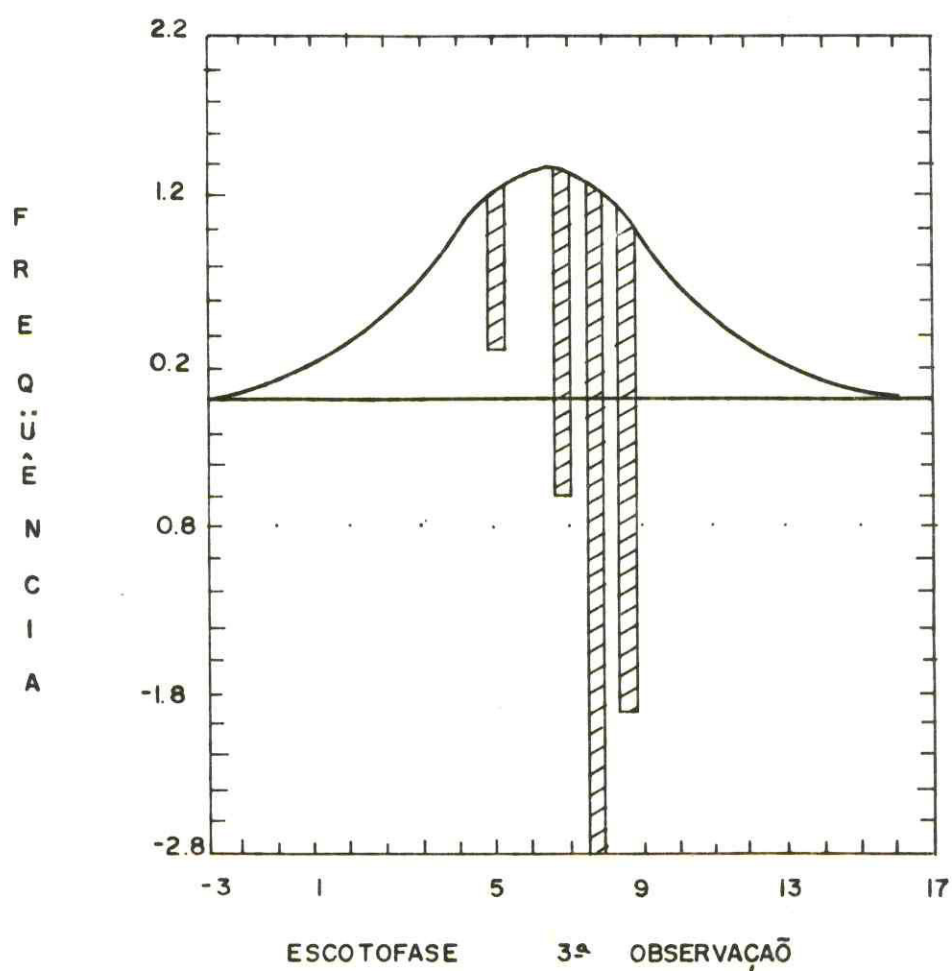


FIGURA 15 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em escotofase, na terceira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

TABELA 12 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de sauveiro artificial, em escotofase, na quarta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Tamanho da amostra	12,00	Quantidade máxima (20h)	9,55
Média	5,93	Amplitude	9,55
Mediana	6,53	Quartel inferior	5,55
Moda	6,49	Quartel superior	8,05
Média geométrica	0,00	Amplitude interquartélica	2,50
Variância	8,93	Assimetria (Skewness)	- 1,24
Desvio padrão	3,00	Assimetria padrão	- 1,76
Erro padrão	0,86	Convexidade (Kurtosis)	0,99
Quantidade mínima (18h)	0,00	Convexidade padrão	0,70

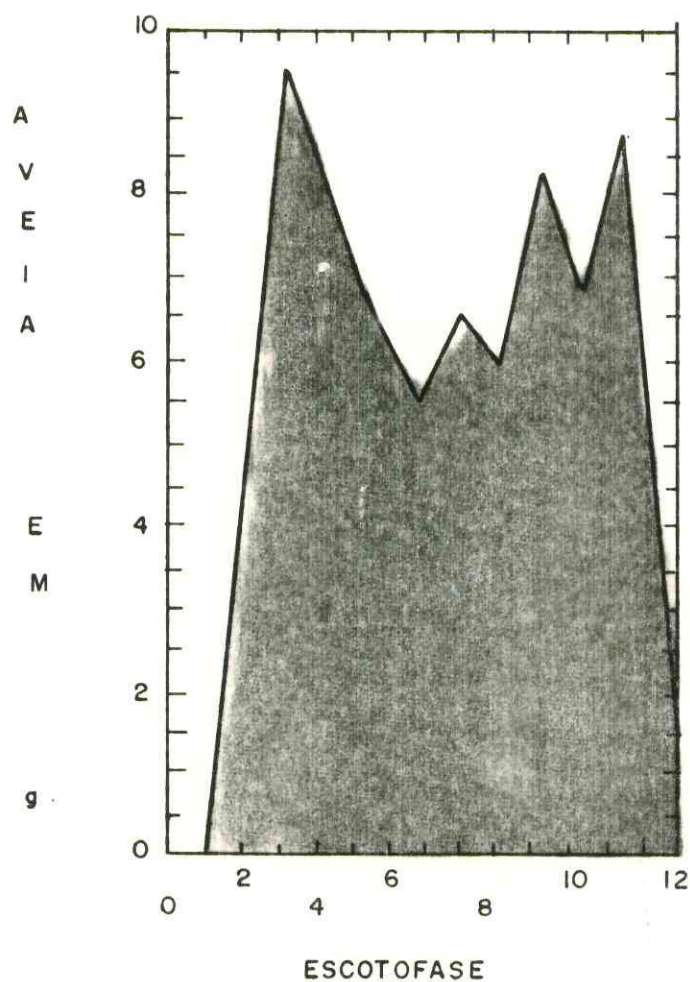


FIGURA 16 - Polígono da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, em escotofase, na quarta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

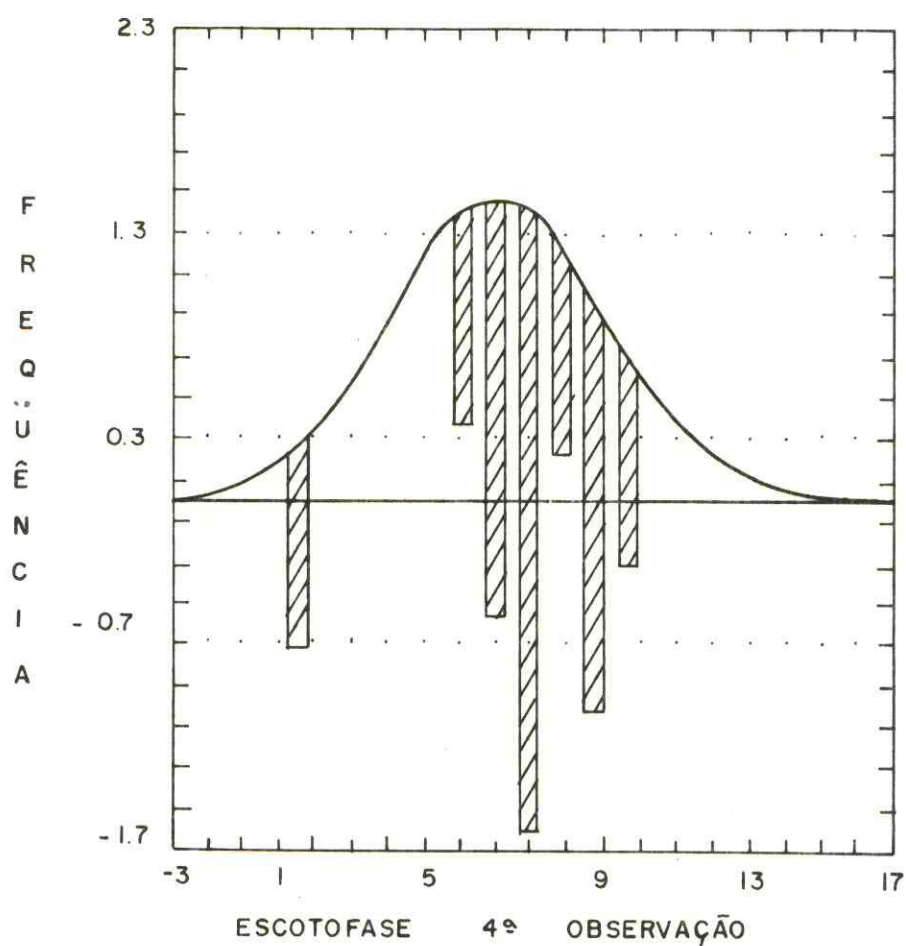


FIGURA 17 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, em escotofase, na quarta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

TABELA 13 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, em escotofase, na quinta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Tamanho da amostra	12,00	Quantidade máxima (20h)	4,40
Média	2,40	Amplitude	4,40
Mediana	2,56	Quartel inferior	1,44
Moda	3,45	Quartel superior	3,60
Média geométrica	0,00	Amplitude interquartélica	2,15
Variância	2,14	Assimetria (Skewness)	- 0,46
Desvio padrão	1,46	Assimetria padrão	- 0,65
Erro padrão	0,42	Convexidade (Kurtosis)	- 0,87
Quantidade mínima (5h)	0,00	Convexidade padrão	- 0,62

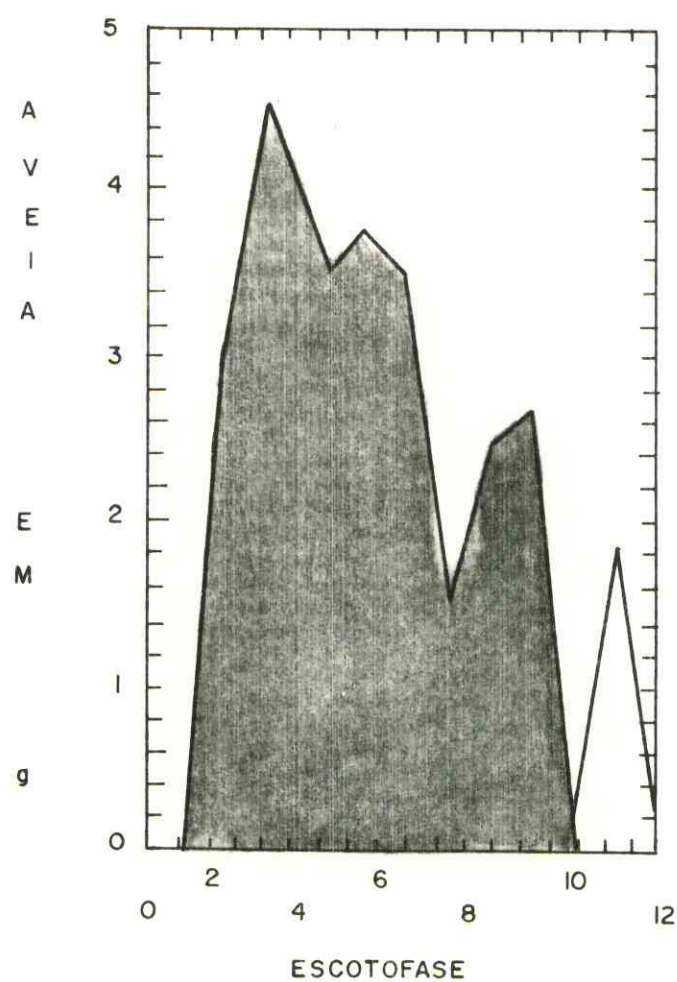


FIGURA 18 - Polígono da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, em escotofase, na quinta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

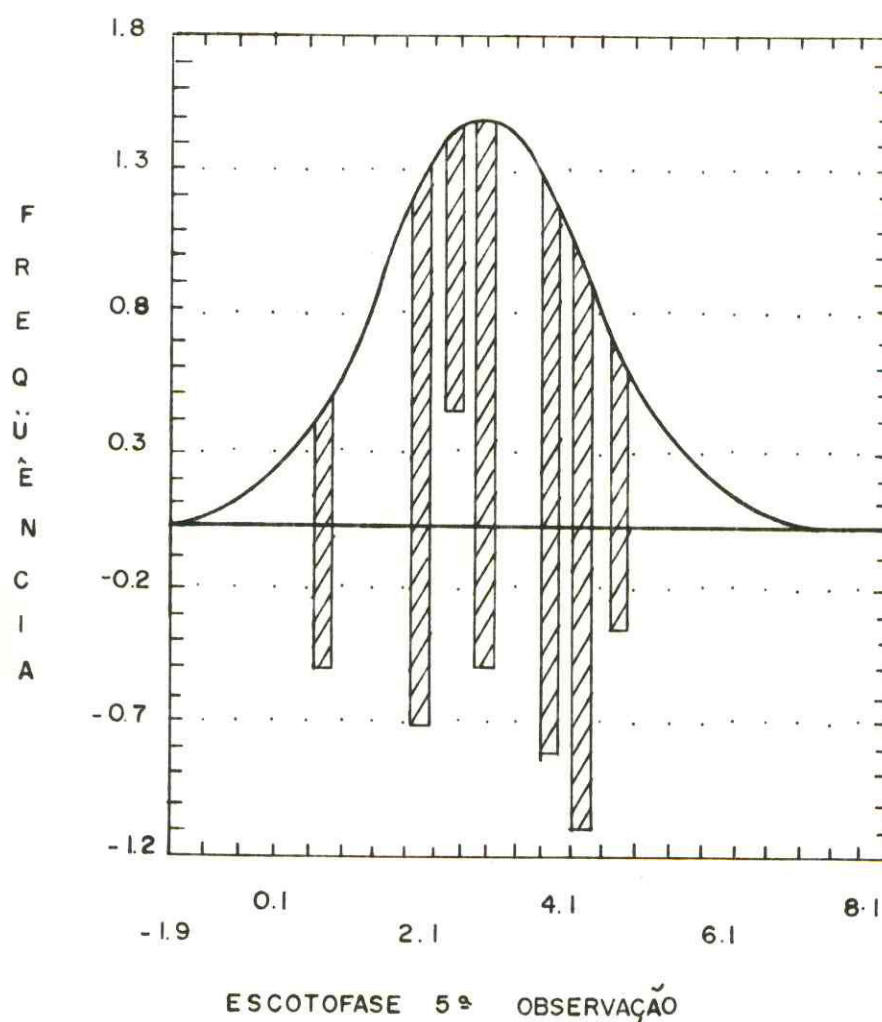


FIGURA 19 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, em escotofase, na quinta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

TABELA 14 - Medidas de dispersão para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, em escotofase, nas cinco observações combinadas, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Tamanho da amostra	12,00	Quantidade máxima (22h)	72,39
Média	60,15	Amplitude	45,78
Mediana	67,45	Quartel inferior	51,31
Moda	67,10	Quartel superior	70,30
Média geométrica	57,91	Amplitude interquartêlica	18,99
Variância	222,22	Assimetria (Skewness)	- 1,38
Desvio padrão	14,91	Assimetria padrão	- 1,95
Erro padrão	4,30	Convexidade (Kurtosis)	0,92
Quantidade mínima (18h)	26,61	Convexidade padrão	0,65

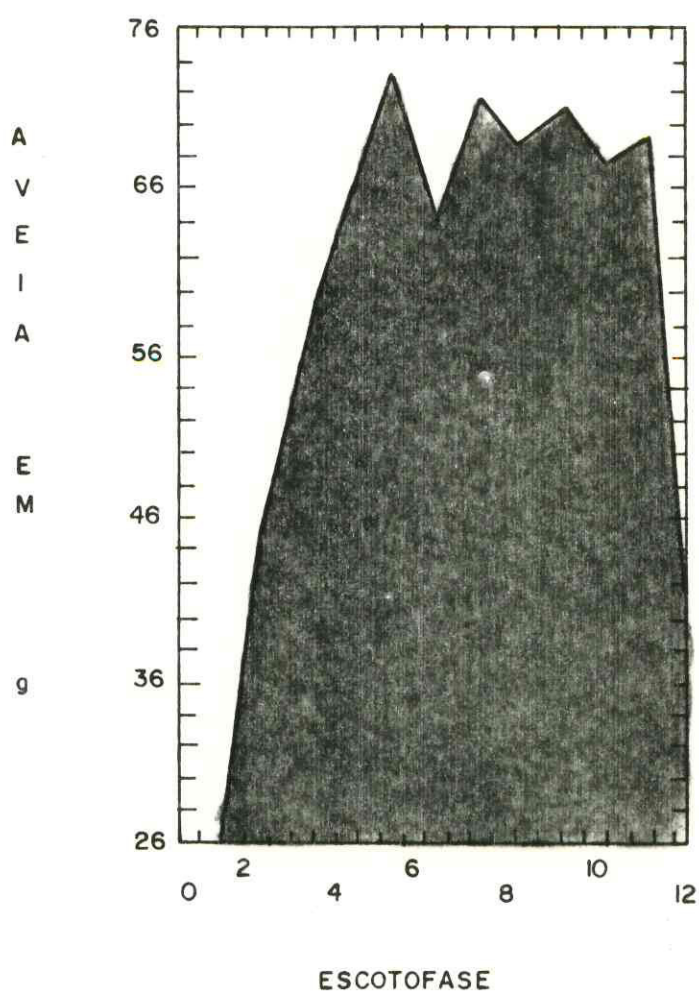


FIGURA 20 - Polígono da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, em escotofase, total das observações, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

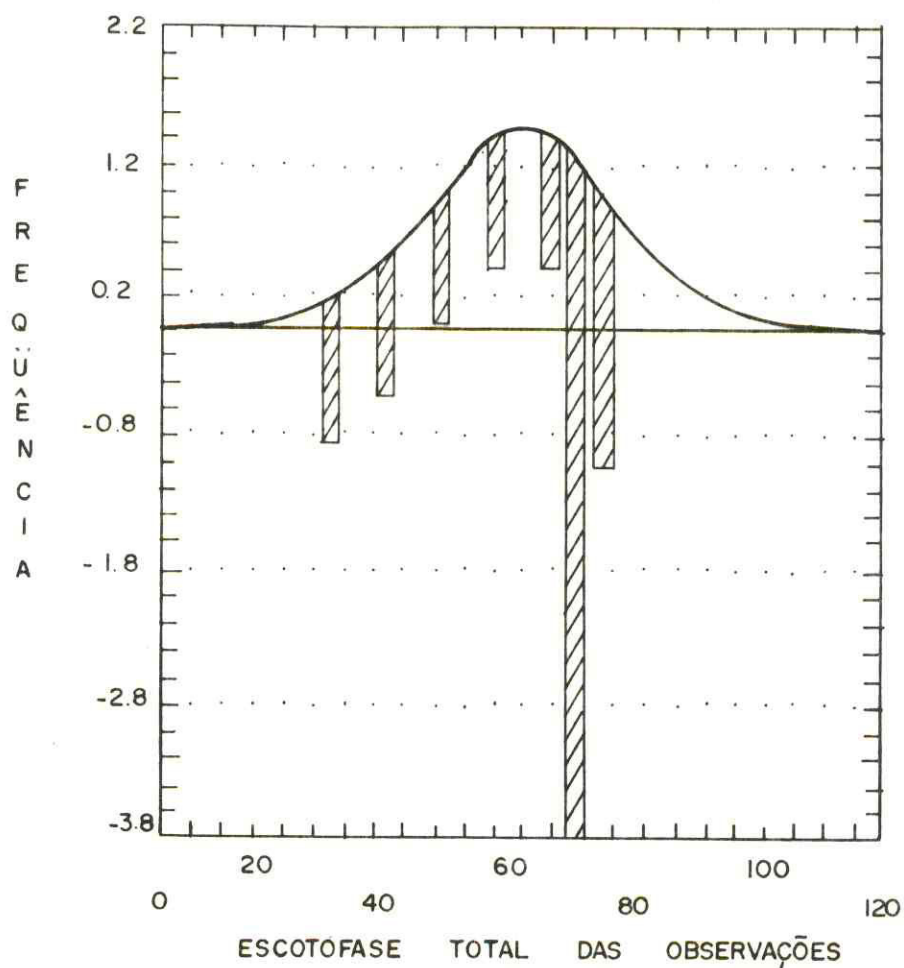


FIGURA 21 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, em escotofase, total das observações, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

TABELA 15 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, em fotofase, na primeira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Tamanho da amostra	12,00	Quantidade máxima (08h)	22,13
Média	16,30	Amplitude	12,45
Mediana	15,45	Quartel inferior	14,09
Moda	15,06	Quartel superior	19,53
Média geométrica	15,93	Amplitude interquartélica	5,43
Variância	12,70	Assimetria (Skewness)	0,05
Desvio padrão	3,56	Assimetria padrão	0,06
Erro padrão	1,03	Convexidade (Kurtosis)	- 0,33
Quantidade mínima (17h)	9,68	Convexidade padrão	- 0,23

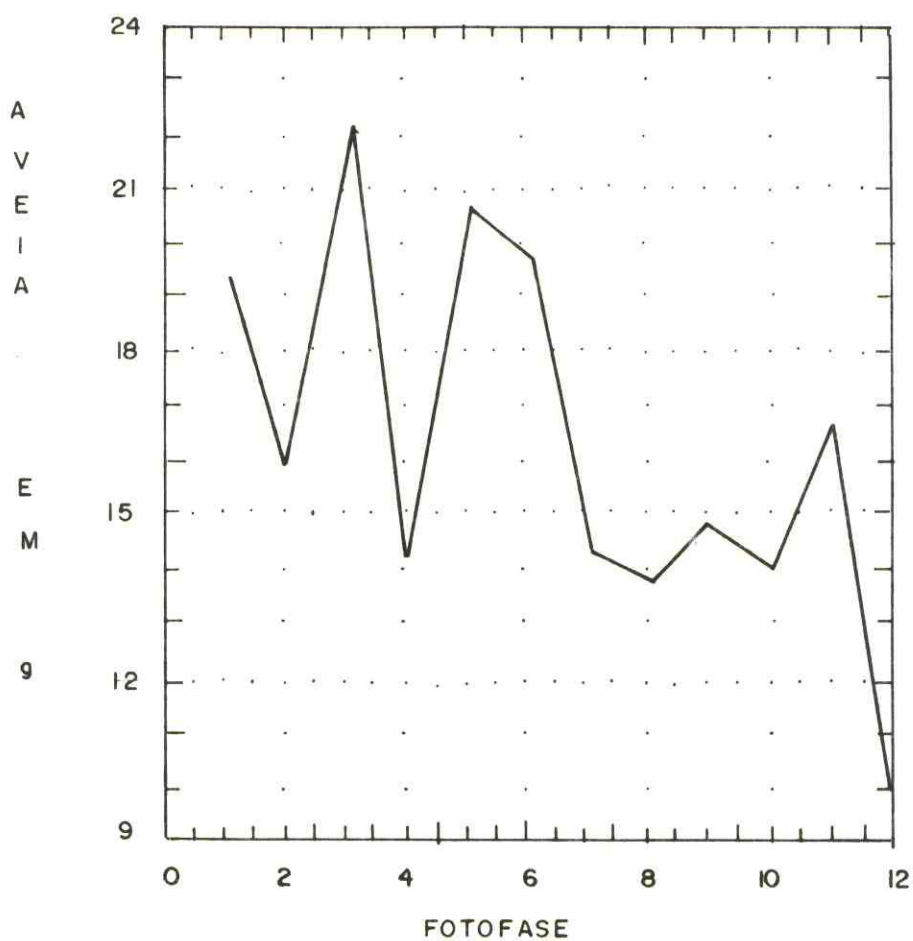


FIGURA 22 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, em fotofase, na primeira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

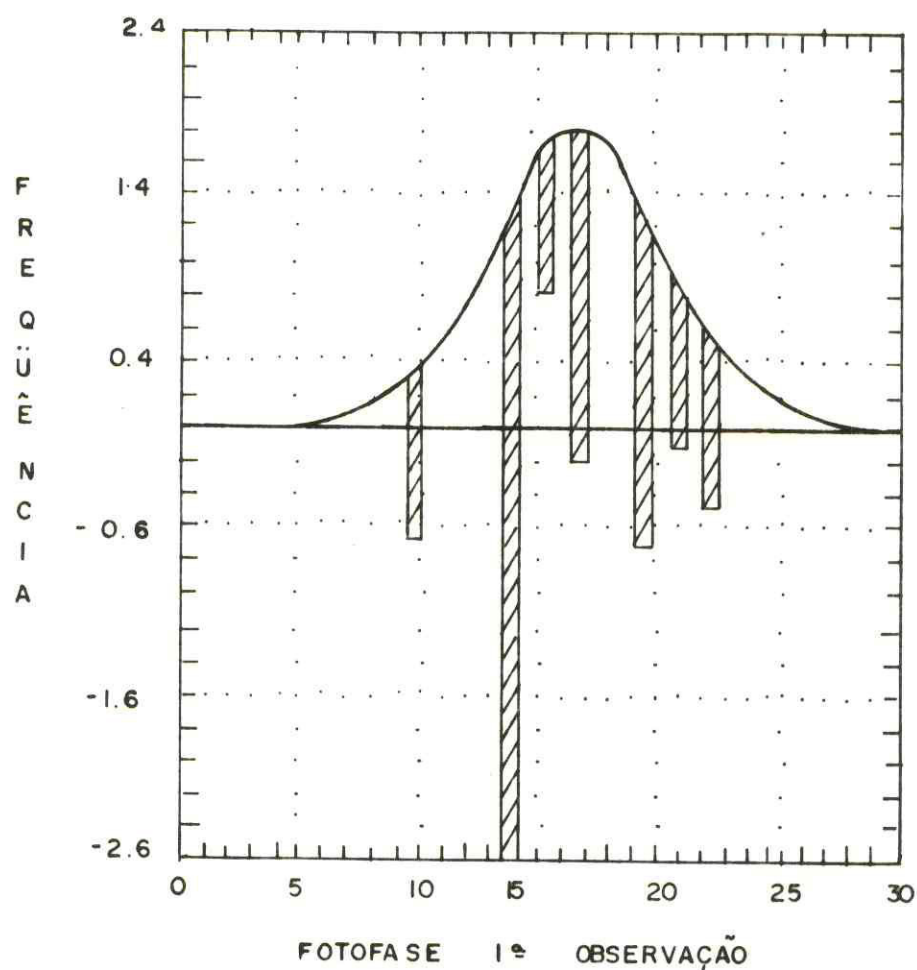


FIGURA 23 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, em fotofase, na primeira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

TABELA 16 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas opérarias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de sauveiro artificial, em fotofase, na segunda observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Tamanho da amostra	12,00	Quantidade máxima (12h)	0,80
Média	0,19	Amplitude	0,80
Mediana	0,07	Quartel inferior	0,00
Moda	0,00	Quartel superior	0,27
Média geométrica	0,00	Amplitude interquartêlica	0,27
Variância	0,06	Assimetria (Skewness)	1,55
Desvio padrão	0,26	Assimetria padrão	2,19
Erro padrão	0,07	Convexidade (Kurtosis)	1,89
Quantidade mínima *	0,00	Convexidade padrão	1,34

(*) 06, 09, 11, 13 e 14h.

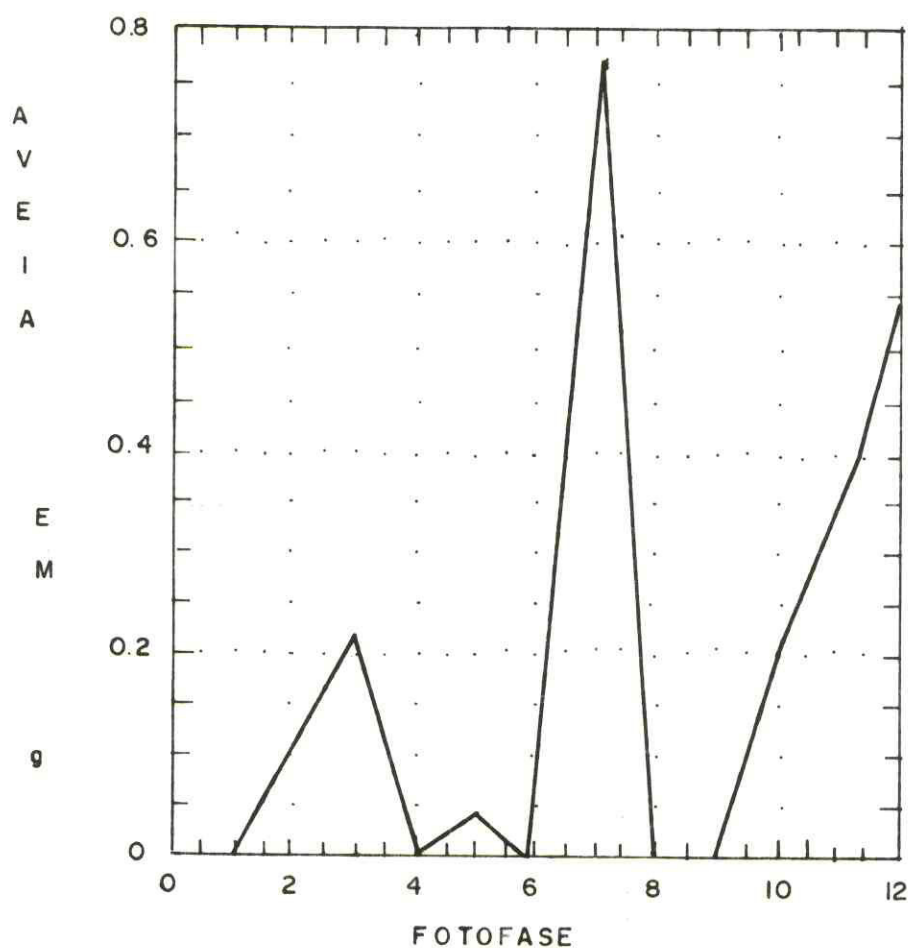


FIGURA 24 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, em fotofase, na segunda observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

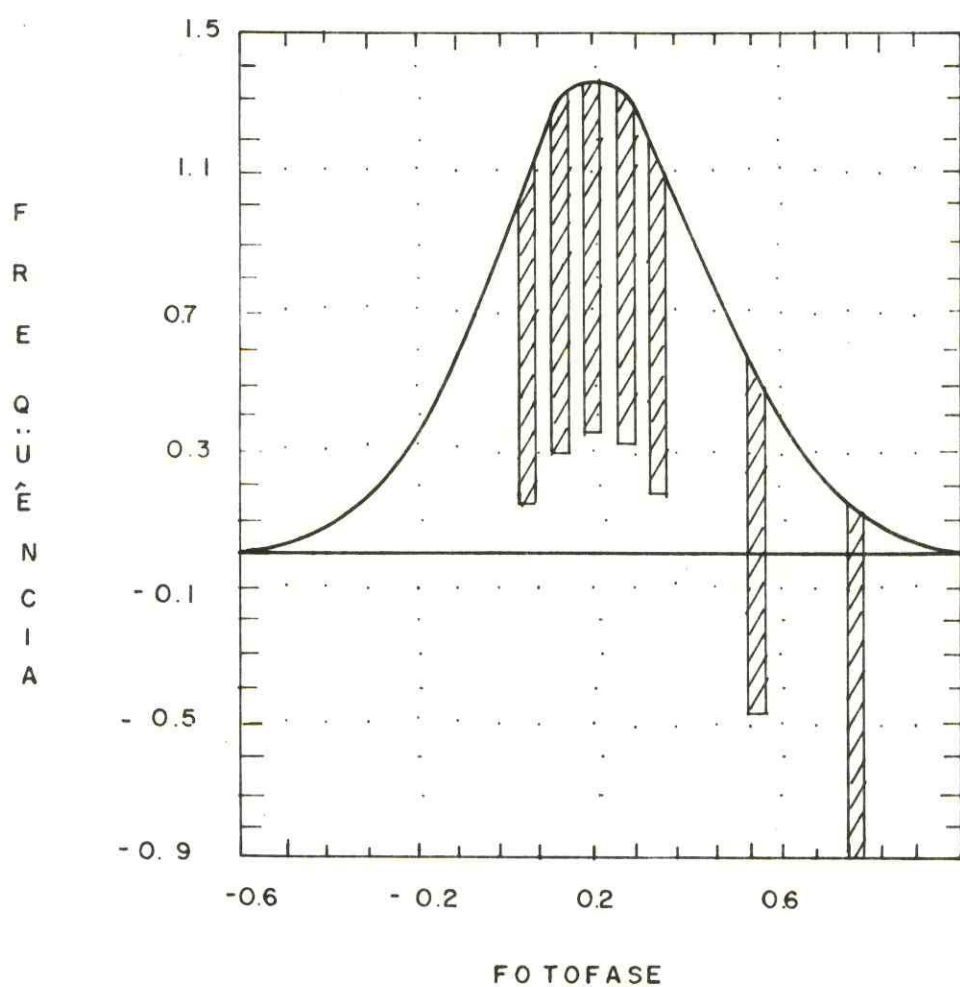


FIGURA 25 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, em fotofase, na segunda observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

TABELA 17 - Medidas de distribuição para a quantidade de flo
cos de aveia, em gramas, transportada pelas ope
rárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps
Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da
área de provisão para a sede real de sauveiro
artificial, em fotofase, na terceira observa
ção, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Tamanho da amostra	12,00	Quantidade máxima (15h)	1,80
Média	0,61	Amplitude	1,80
Mediana	0,48	Quartel inferior	0,14
Moda	0,00	Quartel superior	0,92
Média geométrica	0,00	Amplitude interquartélica	0,77
Variância	0,32	Assimetria (Skewness)	0,90
Desvio padrão	0,57	Assimetria padrão	1,27
Erro padrão	0,16	Convexidade (Kurtosis)	0,17
Quantidade mínima *	0,00	Convexidade padrão	0,12

(*) 06, 07 e 09h.

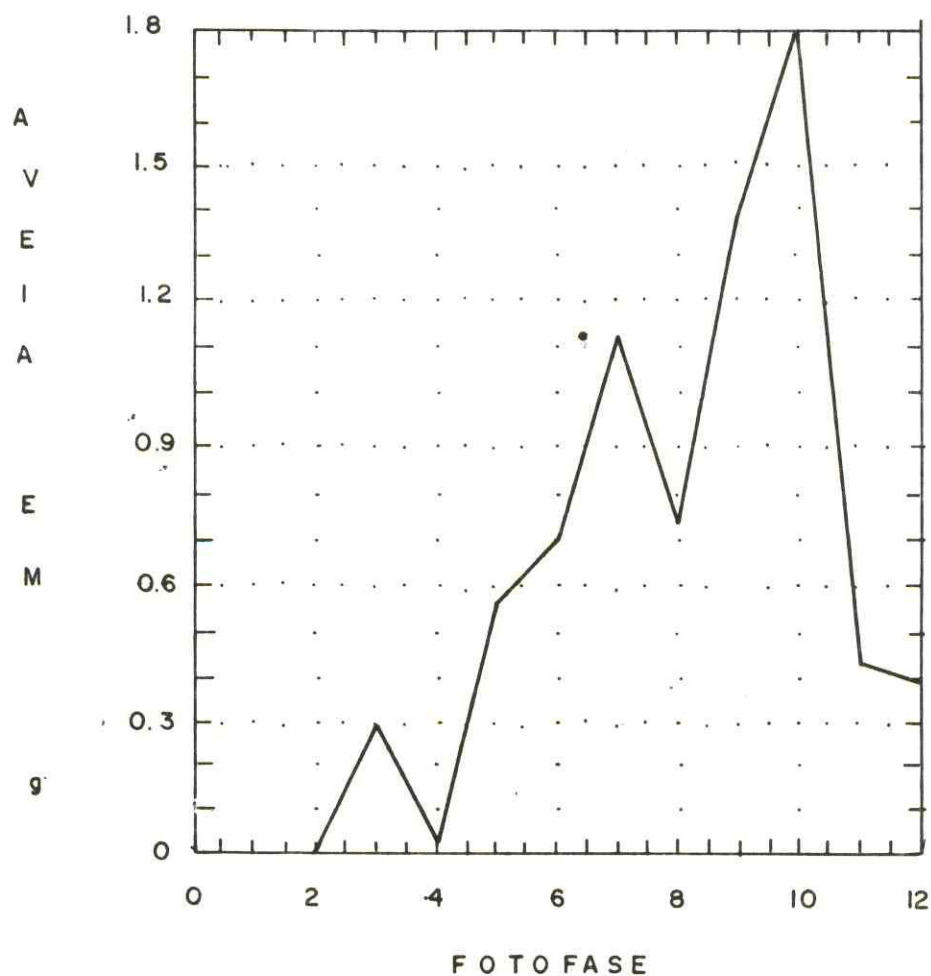


FIGURA 26 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de sauveiro artificial, em fotofase, na terceira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

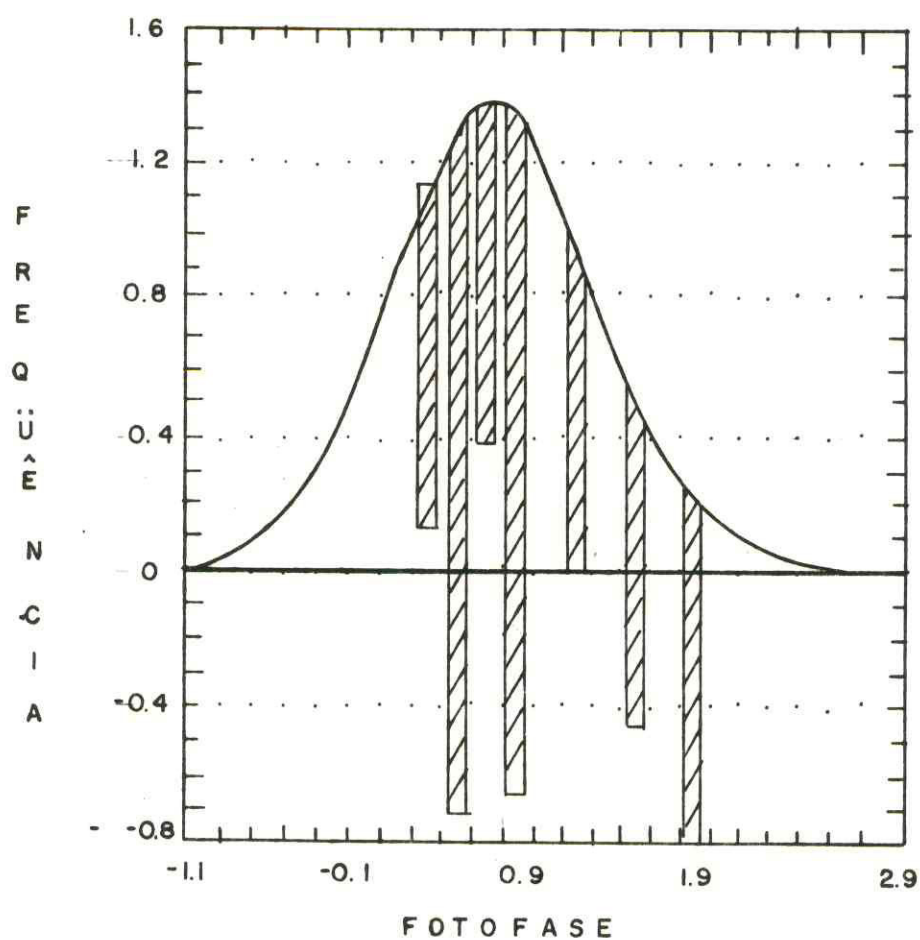


FIGURA 27 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, em fotofase, na terceira observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

TABELA 18 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, em fotofase, na quarta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Tamanho da amostra	12,00	Quantidade máxima (17h)	2,64
Média	1,24	Amplitude	2,64
Mediana	1,57	Quartel inferior	0,01
Moda	0,00	Quartel superior	2,04
Média geométrica	0,00	Amplitude interquartélica	2,03
Variância	1,04	Assimetria (Skewness)	- 0,20
Desvio padrão	1,02	Assimetria padrão	- 0,28
Erro padrão	0,29	Convexidade (Kurtosis)	- 1,70
Quantidade mínima *	0,00	Convexidade padrão	- 1,70

(*) 06, 07 e 09h.

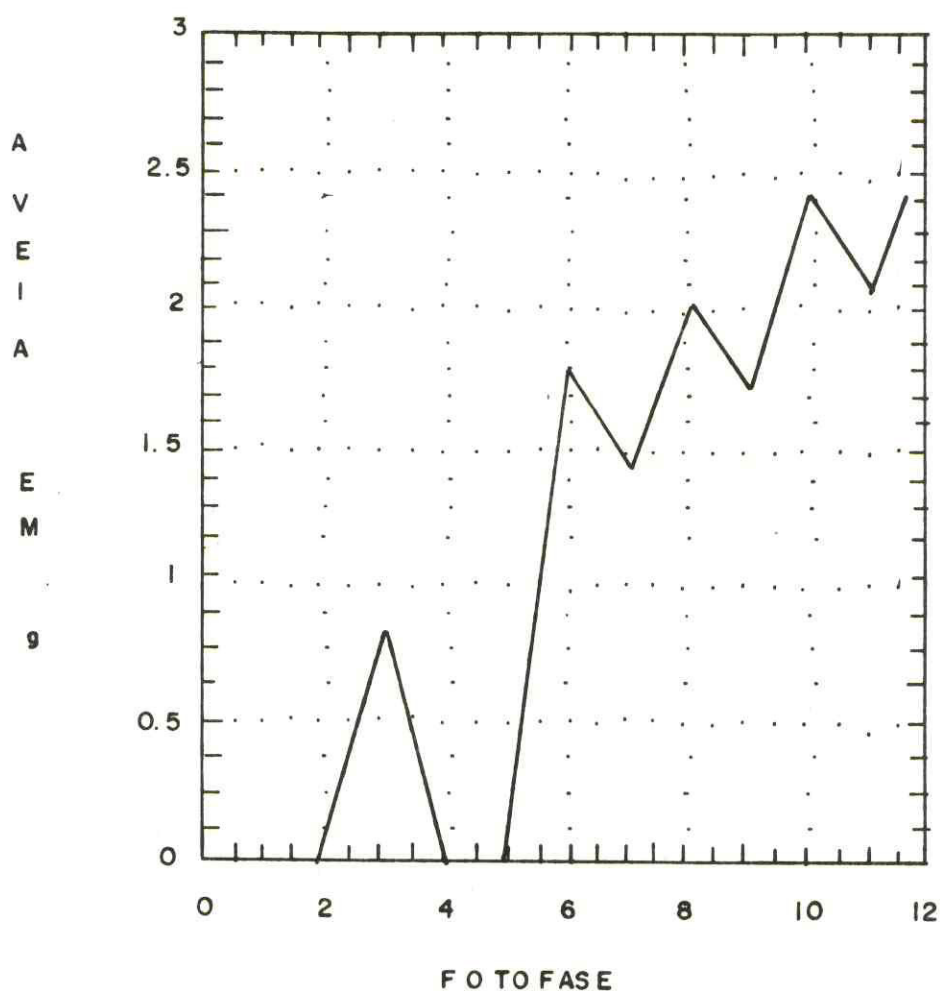


FIGURA 28 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da súva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em fotofase, na quarta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

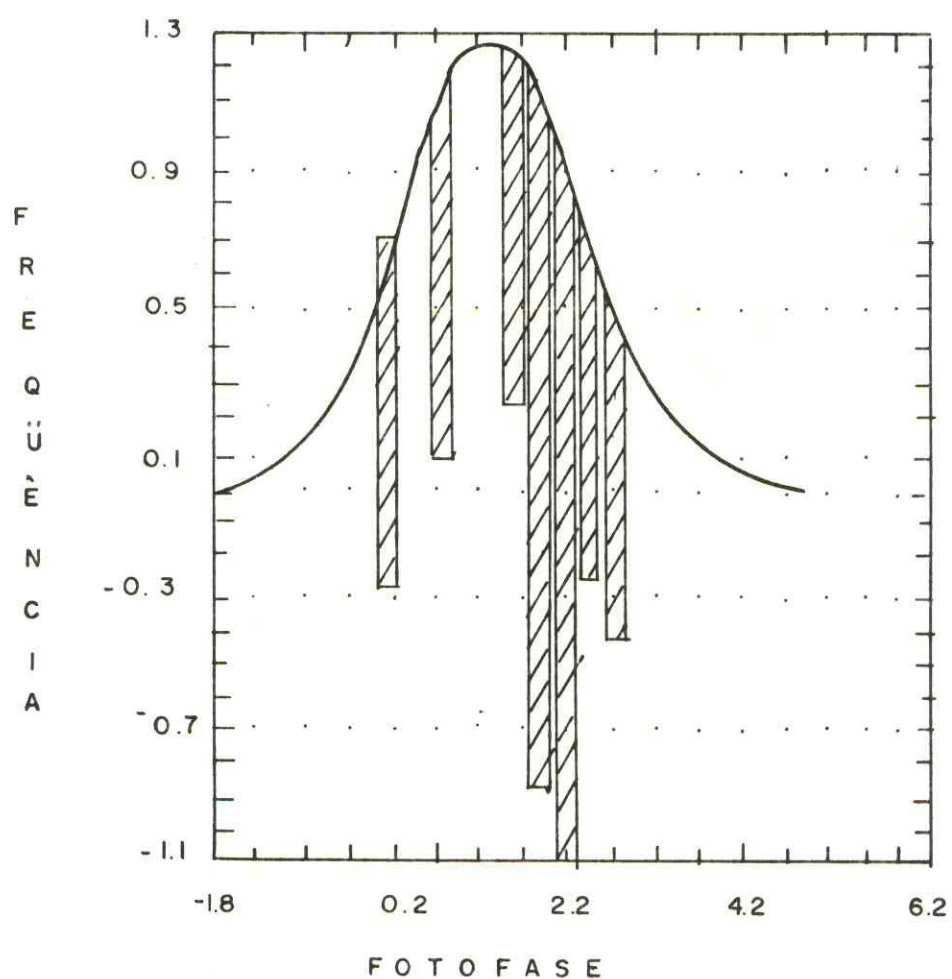


FIGURA 29 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, em fotofase, na quarta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

TABELA 19 - Medidas de distribuição para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de sauveiro artificial, em fotofase, na quinta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Tamanho da amostra	12,00	Quantidade máxima (11h)	3,28
Média	1,09	Amplitude	2,28
Mediana	1,48	Quartel inferior	0,19
Moda	0,00	Quartel superior	1,75
Média geométrica	0,00	Amplitude interquartélica	1,56
Variância	0,70	Assimetria (Skewness)	- 0,24
Desvio padrão	0,83	Assimetria padrão	- 0,33
Erro padrão	0,24	Convexidade (Kurtosis)	- 1,78
Quantidade mínima *	-1,24968	Convexidade padrão	- 1,25

(*) 07 e 09h.

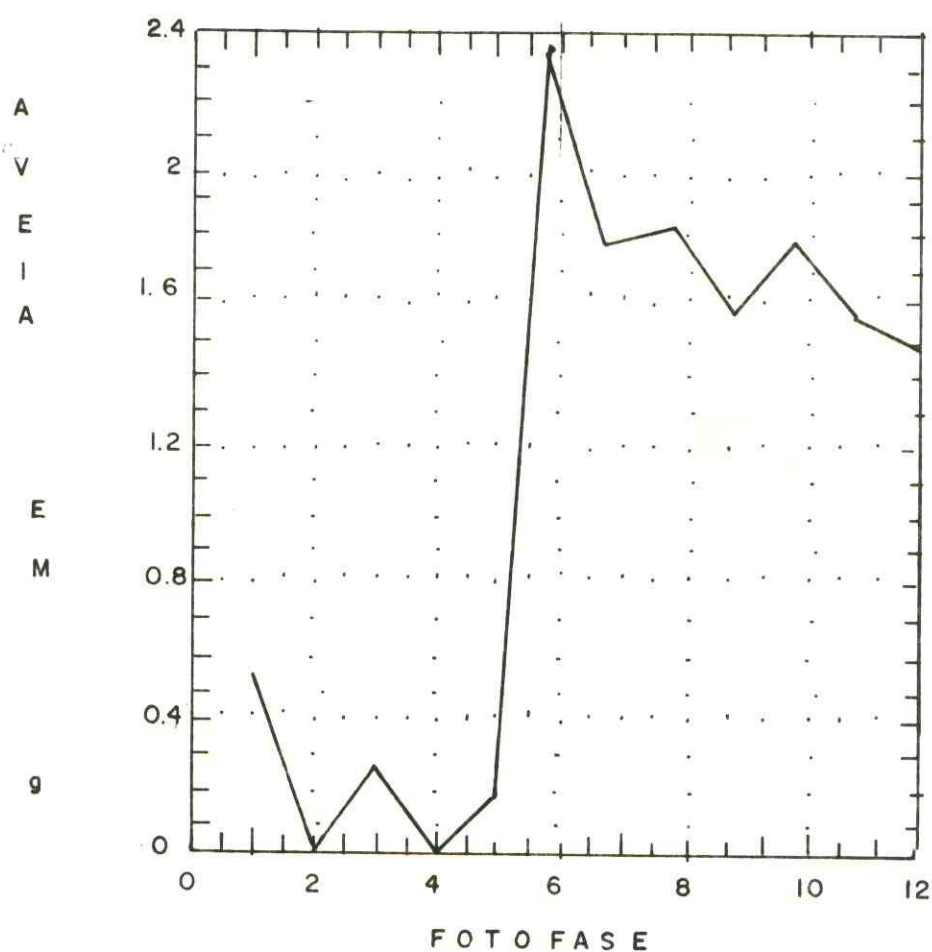


FIGURA 30 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, em fotofase, na quinta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

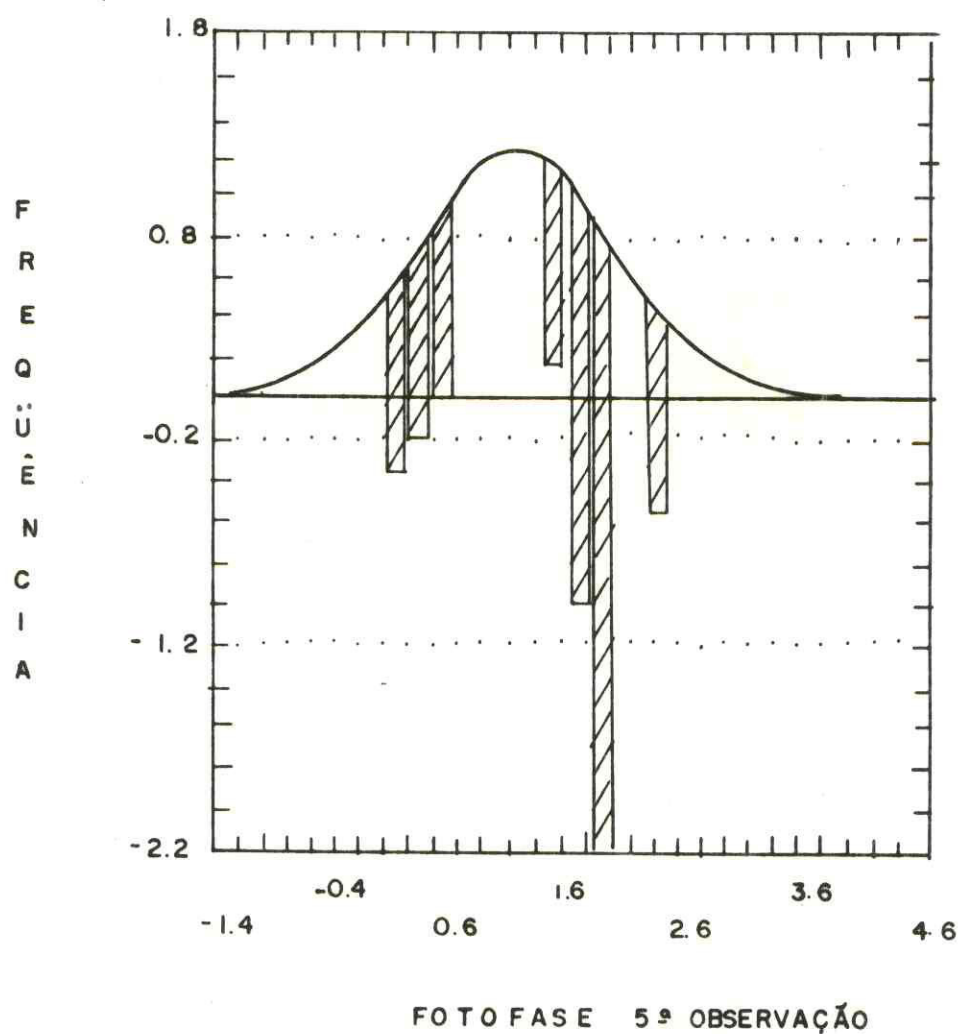


FIGURA 31 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saúveiro artificial, em fotofase, na quinta observação, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

TABELA 20 - Medidas de dispersão para a quantidade de flocos de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em fotofase, nas cinco observações combinadas, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Tamanho da amostra	12,00	Quantidade máxima (11h)	24,45
Média	19,42	Amplitude	10,21
Mediana	19,78	Quartel inferior	17,19
Moda	19,70	Quartel superior	21,25
Média geométrica	19,17	Amplitude interquartélica	4,06
Variância	10,34	Assimetria (Skewness)	- 0,24
Desvio padrão	3,21	Assimetria padrão	- 0,33
Erro padrão	0,93	Convexidade (Kurtosis)	- 0,52
Quantidade mínima (9h)	14,24	Convexidade padrão	- 0,37

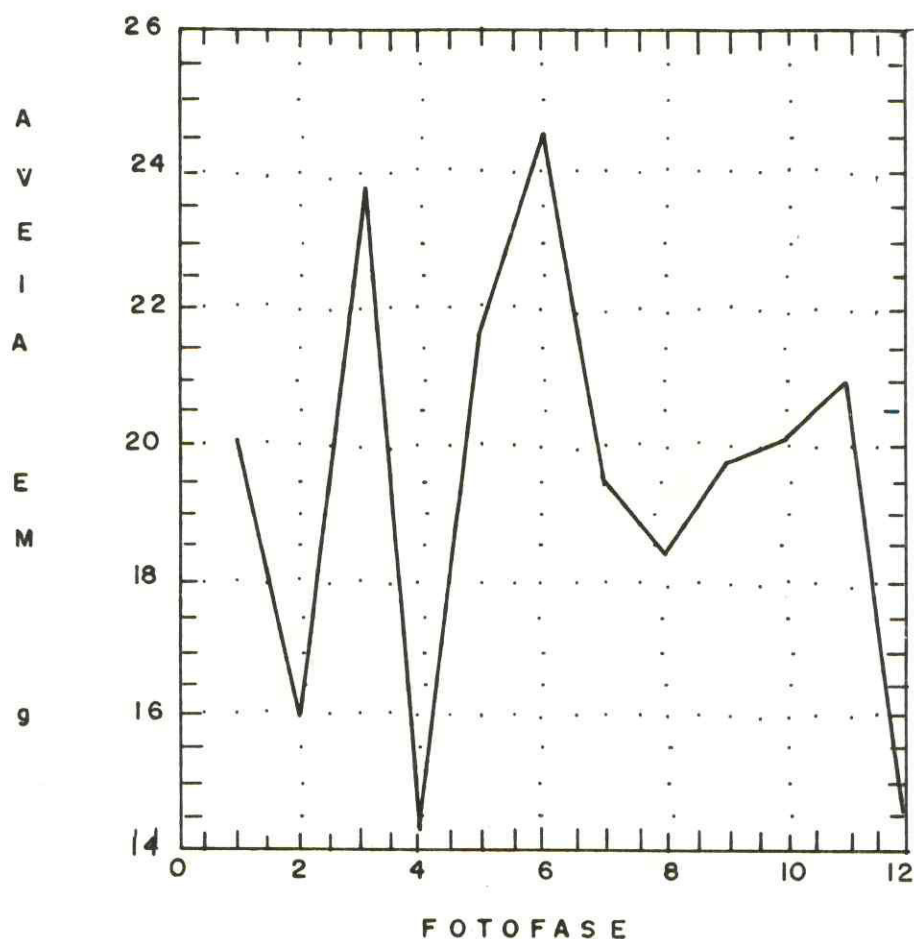


FIGURA 32 - Poligonal da quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real do saueiro artificial, em fotofase, total das observações, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

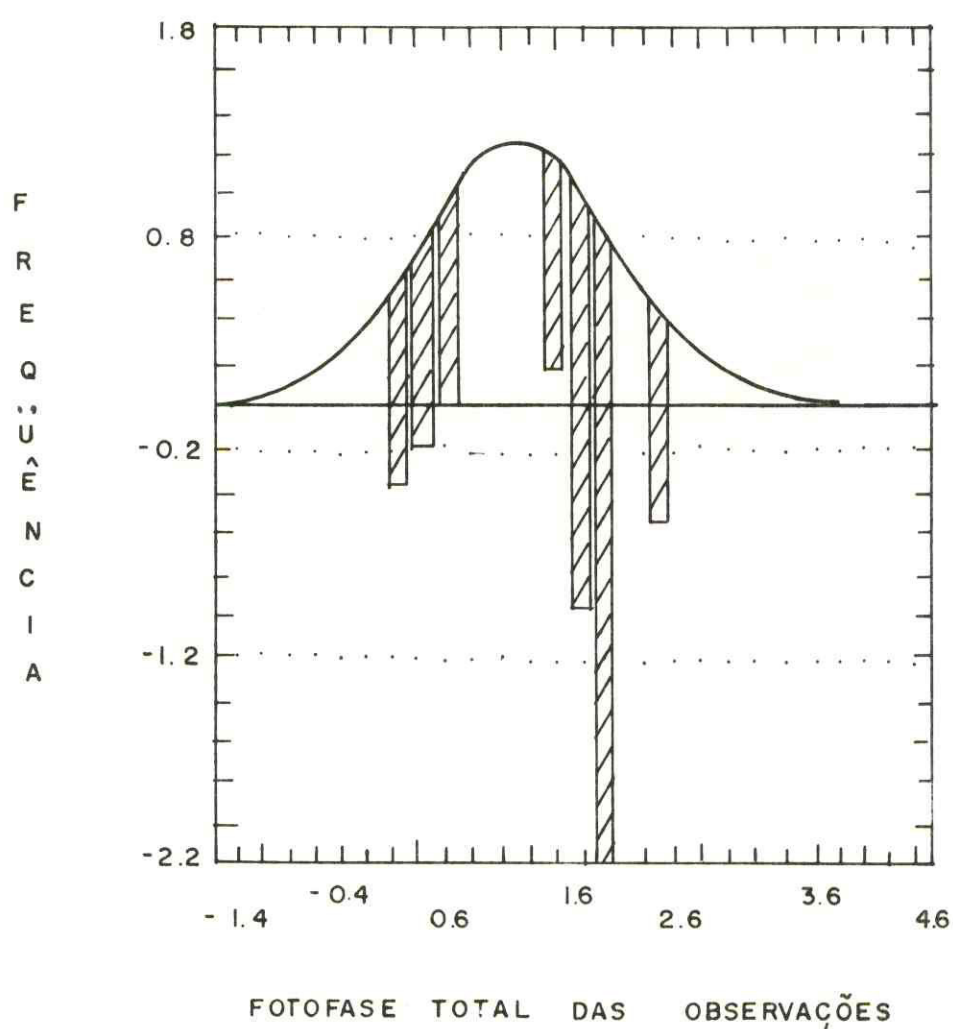


FIGURA 33 - Histobarras para a quantidade de aveia, em gramas, transportada pelas operárias da saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) da área de provisão para a sede real de saueiro artificial, em fotofase, total das observações, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

APENDICE 2

TABELA 21 - Análises de regressão e variância da primeira na segunda observação, relativa à quantidade de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de saueiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Parâmetro	Valor	Erro padrão	t	Nível de probabilidade	
Intercessão	18,3633	1,81035	10,1435	9,30924E - 10	
Inclinação	3,83174	0,446414	8,58338	1,7996 E - 8	
Análise de variância					
Fonte	Soma dos quadrados		Quadrado médio	F	Nível de prob.
Modelo	3382.5523	1	3382.5523	73.6743	.00000
Erro	1010.0689	22	45.9122		
Total (Correção) 4392.6212		23			
Coeficiente de correlação = 0,88				K-2= 0,23	
Erro padrão = 6,77					

TABELA 22 - Análises de regressão e variância da primeira na terceira observação, relativa à quantidade de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de saueiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Parâmetro	Valor	Erro padrão	t	Nível de probabilidade	
Intercessão	17,5229	2,23219	7,85009	8,06947 E - 8	
Inclinação	3,14888	0,449579	7,00405	4,9825 E - 7	
Análise de variância					
Fonte	Soma dos quadrados		Quadrado médio	F	Nível de prob.
Modelo	3032,6133	1	3032,6133	49,0567	.00000
Erro	1360,0079	22	61,8185		
Total (Correção)	4392,6212	23			
Coeficiente de correlação = 0,83				K ² = 0,31	
Erro padrão = 7,86					

TABELA 23 - Análises de regressão e variância da primeira na quarta observação, relativa à quantidade de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de saueiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Parâmetro	Valor	Erro padrão	t	Nível de probabilidade	
Intercessão	16,9331	2,88261	5,87422	6,53969 E - 6	
Inclinação	3,19296	0,601698	5,30659	2,5158 E - 5	
Análise de variância					
Fonte	Soma dos quadrados		Quadrado médio	F	Nível de prob.
Modelo	2466,0271	1	2466,0271	28,1598	.00003
Erro	1926,5941	22	87,5725		
Total (Correção) 4392,6212		23			
Coeficiente de correlação = 0,75					
Erro padrão = 9,36				K ² = 0,44	

TABELA 24 - Análises de regressão e variância da primeira na quinta observação, relativa à quantidade de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de saueiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Parâmetro	Valor	Erro padrão	t	Nível de probabilidade
Intercessão	21,5371	4,4234	4,8689	7,2403 E - 5
Inclinação	3,93515	2,02748	1,94091	0,0651895

Análise de variância					
Fonte	Soma dos quadrados		Quadrado médio	F	Nível de prob.
Modelo	642,19522	1	642,19522	3,76712	.06519
Erro	3750,4260	22	170,4739		
Total (Correção)	4392,6212	23			
Coeficiente de correlação = 0,38					
Erro padrão = 13,05				K ² = 0,85	

TABELA 25 - Análises de regressão e variância da segunda na terceira observação, relativa à quantidade de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de saúveiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Parâmetro	Valor	Erro padrão	t	Nível de probabilidade
Intercessão	- 0,0990602	0,387479	- 0,255653	0,800594
Inclinação	0,786941	0,078041	10,0837	1,03708 E - 9

Análise de variância

Fonte	Soma dos quadrados		Quadrado médio	F	Nível de prob.
Modelo	189,40442	1	189,40442	101,68080	.00000
Erro	40,980177	22	1,862735		
Total (Correção)	230,38460	23			

Coeficiente de correlação = 0,91

Erro padrão = 1,36

K² = 0,18

TABELA 26 - Análises de regressão e variância da segunda na quarta observação, relativa à quantidade de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de saueiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Parâmetro	Valor	Erro padrão	t	Nível de probabilidade
Intercessão	- 0,339538	0,534303	- 0,635478	0,531672
Inclinação	0,823899	0,111527	7,38743	2,15801 E - 7

Análise de variância					
Fonte	Soma dos quadrados		Quadrado médio	F	Nível de prob.
Modelo	164,19437	1	164,19437	54,57416	.00000
Erro	66,190228	22	3,008647		
Total (Correção) 230,38460		23			

Coeficiente de correlação = 0,84

Erro padrão = 1,73

K² = 0,29

TABELA 27 - Análises de regressão e variância da segunda na quinta observação relativa à quantidade de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de saueiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Parâmetro	Valor	Erro padrão	t	Nível de probabilidade	
Intercessão	0,971647	1,00442	0,967367	0,343875	
Inclinação	0,944663	0,460381	2,05191	0,0522671	
Análise de variância					
Fonte	Soma dos quadrados		Quadrado médio	F	Nível de prob.
Modelo	37,008278	1	37,008278	4,210351	.05227
Erro	193,37632	22	8,78983		
Total (Correção)	230,38460	23			
Coeficiente de correlação = 0,40					
Erro padrão = 2,96				K ² = 0,84	

TABELA 28 - Análises de regressão e variância da terceira na quarta observação, relativa à quantidade de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de saueiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Parâmetro	Valor	Erro padrão	t	Nível de probabilidade
Intercessão	- 0,277948	0,43857	- 0,633759	0,532772
Inclinação	1,03926	0,0915443	11,3525	1,14465 E - 10

Análise de variância					
Fonte	Soma dos quadrados		Quadrado médio	F	Nível de prob.
Modelo	261,25213	1	261,25213	128,88018	.00000
Erro	44,596050	22	2,027093		
Total (Correção) 305,84818		23			
Coeficiente de correlação = 0,92					
Erro padrão = 1,42				K ² = 0,14	

TABELA 29 - Análises de regressão e variância da terceira na quinta observação, relativa à quantidade de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de saueiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Parâmetro	Valor	Erro padrão	t	Nível de probabilidade
Intercessão	0,683531	1,02429	0,66732	0,511507
Inclinação	1,58926	0,469488	3,38509	2,66439 E - 3

Análise de variância					
Fonte	Soma dos quadrados		Quadrado médio	F	Nível de prob.
Modelo	104,74566	1	194,74566	11,45885	.00266
Erro	201,10252	22	9,14102		
Total (Correção)	305,84818	23			
Coeficiente de correlação = 0,58					
Erro padrão = 3,02				K ² = 0,66	

TABELA 30 - Análises de regressão e variância da quarta na quinta observação, relativa à quantidade de aveia, em gramas, transportada pela saúva do nordeste, Atta opaciceps Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) para a sede real de saueiro artificial, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1990.

Parâmetro	Valor	Erro padrão	t	Nível de probabilidade
Intercessão	0,621982	0,796375	0,781017	0,443116
Inclinação	1,70334	0,365021	4,6664	1,18514 E - 4

Análise de variância					
Fonte	Soma dos quadrados		Quadrado médio	F	Nível de prob.
Modelo	120,32224	1	120,32224	21,77532	.00012
Erro	121,56375	22	5,52563		
Total (Correção) 241,88600		23			

Coeficiente de correlação = 0,70

Erro padrão = 2,35

K-2 = 0,50