



PUC RIO

JORGE DA SILVA RAYMUNDO

APRENDIZAGEM EM INVERTEBRADOS: UMA TÉCNICA PARA ESTUDO
DO CONDICIONAMENTO INSTRUMENTAL EM POLISTES CANADENSIS
(LINNÉ, 1758)

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Departamento de Psicologia

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro, 1 de Outubro de 1978

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO

Rua Marquês de São Vicente, 225 - Gávea
CEP 22453-900 Rio de Janeiro RJ Brasil
<http://www.puc-rio.br>

N. Chamada: 150 / R273a / TESE UC

Título: Aprendizagem em invertebrados:



0 0 3 1 3 7 0
Ex: 1-CENTRAL

1802

JORGE DA SILVA RAYMUNDO

APRENDIZAGEM EM INVERTEBRADOS: UMA TÉCNICA PARA
ESTUDO DO CONDICIONAMENTO INSTRUMENTAL EM POLIS
TES CANADENSIS (LINNÉ, 1758)

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Departamento de Psicologia

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro, 1 de outubro de 1978.

JORGE DA SILVA RAYMUNDO

APRENDIZAGEM EM INVERTEBRADOS: UMA TÉCNICA PARA ESTUDO DO CONDICIONAMENTO INSTRUMENTAL EM POLISTES CANADENSIS (LINNÉ, 1758)

Dissertação apresentada ao Departamento de Psicologia da PUC/RJ como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Psicologia Teórico-Experimental.

Orientador: Charles A. Esberrard

Departamento de Psicologia

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro, 1 de outubro de 1973.

UNIVERSIDADE CATOLICA
0.162
BIBLIOTECA
9.02.81
RIO DE JANEIRO
31370

150
R 273 a
T 30 K
UC-19524-1

8

a meus pais .

a todos os malandros, poetas e
loucos, que de uma ou outra
maneira resistem ao abocanha-
mento da apatia, do conformismo
e da servidão, e fazem vis-
lumbrar o homem em sua dimensão
real.

Meus agradecimentos

- a Charles A. Esberrard, orientador da dissertação, pelo apoio e confiança depositados
- a Pedro Jurberg, que me iniciou nas pesquisas sobre comportamento animal e sempre me incentivou
- aos professores Otávio S. Pieri, Doris S. Faria, Solange L. Tim, Mariße B. Jurberg, Jorge A. Valle, e J. Becker, pela inestimável colaboração
- ao Laboratório de Comportamento Animal, da Fundação Oswaldo Cruz, em cujas dependências foi realizado este trabalho

RESUMO

O presente trabalho mostra a aplicabilidade dos procedimentos de condicionamento operante ao estudo de aprendizagem instrumental em marimbondos Polistes canadensis (Hymenoptera-Vespidae). Visa contribuir para estender os conhecimentos sobre a aprendizagem em invertebrados e chamar a atenção para outras espécies que não o rato branco.

Os ninhos usados eram mantidos em laboratório e deixados em privação até a ocasião dos ensaios. De cada ninho, um sujeito experimental era treinado a pressionar uma portinhola de alumínio, localizada numa pequena unidade móvel de acrílico, afim de acionar o mecanismo alimentador e liberar uma gota de água açucarada a 10% de concentração. A unidade de modelagem continha também uma portinhola auxiliar que podia ser operada pelo experimenter, ajudando na modelagem da resposta operante desejada. As etapas de condicionamento envolviam a localização e treino de bebedouro, a modelagem propriamente dita e a estabilização da resposta nos treinamentos subsequentes.

O pressionamento da portinhola principal foi obtido, com um padrão regular, em 2 dos 5 ninhos utilizados com o aparato final. Os sujeitos precisaram de 3 a 5 ensaios para descreverem a sequência de entrar na unidade de modelagem, pressionar a portinhola, voltar-se e percorrer o espaço até o bebedouro, de maneira estável em termos de frequência, intensidade de pressionamento e topografia da resposta. A consideração do número de gotas bebidas e número de vôos ninho/bebedouro ajudou a caracterizar o desempenho dos sujeitos nos vários ensaios.

A curva de aprendizagem apresenta características próprias que dificultam uma equivalência com a curva típica de pressão-à-barras pelo rato. Sugestões foram feitas no sentido de aprimorar o procedimento, tendo em vista as peculiaridades da espécie estudada.

ABSTRACT

The present work describes the applicability of operant conditioning procedures on the study of instrumental learning in regard to the wasp Polistes canadensis (Hymenoptera-Vespidae) and intends to contribute to the enlargement of the knowledge about invertebrate learning calling attention to other species besides the white rat.

The nests were kept in the laboratory and the animals were deprived of food. The trials consisted in training a subject from each nest to press a little aluminum door placed in an acrylic mobile so as to trigger the food releasing mechanism, which discharged a drop of 10% sucrose solution. The modelling unit was also provided with an auxiliary door that could be operated by the experimenter so it would help to model the desired operant response. The conditioning steps implied in the localization and training of the drinking trough, the modelling and the stabilization of the final response in subsequent trials.

The pressing of the main door displayed a regular pattern in two of the five nests tested with the final apparatus. It demanded about 3 - 5 trials to perform the sequence of entering the modelling unit, pressing the door, turning back onto the drinking trough in a stable manner concerning: frequency, pressing magnitude and topography of the response. Considering the number of drunken drops and number of flights nest/drinking trough helped to characterize the performance of the subjects.

The learning curve present some unique aspects that hampered an equivalence with the typical curve of bar-pressing by rats. Several suggestions were made so as to enhance the procedures, observing the peculiarities of the studied species.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	v
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	x
1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - A aprendizagem instrumental: características bá sicas	1
1.2 - Principais críticas à concepção skinneriana de aprendizagem	8
1.2.1 - Aprendizagem <u>versus</u> instinto.....	8
1.2.2 - Sobre a generalização das leis de apren dizagem	11
1.3 - Histórico e objetivos	17
2 - MATERIAL E MÉTODOS	21
2.1 - Sujeitos utilizados	21
2.1.1 - Características gerais	21
2.1.2 - Métodos de captura e conservação	23
2.2 - Equipamento	25
2.2.1 - Tentativas iniciais	25
2.2.2 - Aparelhagem final	30
2.3 - Procedimento	32

3 - RESULTADOS	33
3.1 - Desempenho nos dias de experimento	35
3.2 - Curvas obtidas	42
4 - DISCUSSÃO	46
5 - APÊNDICE: Filme ilustrativo	94
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

1. Desenhos e diagramas	
FIGURA 1 - Aparelho usado no pré-experimento: verificação da possibilidade de emissão de um operante em <u>Polistes canadensis</u>	84
FIGURA 2a- Aparato inicial. Vista interna da unidade de modelagem (carrinho)	84
FIGURA 2b- Aparato inicial. Vista interna na unidade de modelagem (carrinho) com portinhola composta por seções interligadas	85
FIGURA 2c- Aparato inicial. Vista interna do carrinho de modelagem com portinhola principal	85
FIGURA 3a- Aparato final. Vista interna da unidade de modelagem (carrinho) com portinholas principal e auxiliar	86
FIGURA 3b- Aparato final. Vista lateral da unidade de modelagem (carrinho)	86
FIGURA 4 - Diagrama esquemático do equipamento completo. Vista de cima	87
FIGURA 5 - Mecanismo alimentador. Vista lateral	87
FIGURA 6 - Diagrama do circuito eletrônico da caixa de aprendizagem	88
2. Fotografias	
FIGURA 7 - Vista geral do equipamento completo	89
FIGURA 8 - Ninho de <u>Polistes canadensis</u> usado no experimento	89
FIGURA 9 - Unidade eletrônica	90
FIGURA 10- Mecanismo de alimentação	90
FIGURA 11- Carrinho de modelagem. Posição inicial "O" ..	91
FIGURA 12- Carrinho de modelagem. Posição final "X" ...	91
FIGURA 13- Carrinho de modelagem. Vista frontal mostrando do portinholas principal e auxiliar	92

FIGURA 14 - Carrinho de modelagem. Vista superior mostrando portinholas principal e auxiliar...	92
FIGURA 15 - (A-H)- Sequência de desempenho de IRE, até pressionamento da portinhola principal com liberação de alimento ...	93

3. Gráficos

GRÁFICO 1 - Curvas de (a) frequências simples e (b) frequências acumuladas relativas ao número de gotas bebidas por IRE (ninho 4) nos diferentes ensaios	72
GRÁFICO 2 - Número de gotas por minuto bebidas por IRE nos diferentes ensaios. (a) frequências simples; (b) frequências acumuladas	73
GRÁFICO 3 - Curvas de (a) frequências simples e (b) frequências acumuladas relativas ao número de vôos realizados por IRE nos diferentes ensaios	74
GRÁFICO 4 - Vôos por minuto realizados por IRE nos diferentes ensaios. (a) frequências simples; (b) frequências acumuladas	75
GRÁFICO 5 - Respostas de pressionamento da portinhola, com liberação de alimento (a) frequências simples (b) frequências acumuladas. Sujeito IRE (ninho 4)	76
GRÁFICO 6 - Pressionamento da portinhola, por minuto, com liberação de alimento. Respostas emitidas por IRE, sendo (a) frequências simples e (b) frequências acumuladas	77
GRÁFICO 7 - Curvas de (a) frequências simples e (b) frequências acumuladas referentes ao número de gotas bebidas por IVD (ninho 4) nos diferentes ensaios	78

GRÁFICO 8	- Número de gotas por minuto bebidas por 1VD nos diferentes ensaios. (a) frequências acumuladas	79
GRÁFICO 9	- Curvas de (a) frequências simples e (b) frequências acumuladas referentes ao número de vôos efetuados por 1VD nos diferentes ensaios	80
GRÁFICO 10	- Vôos por minuto efetuados por 1VD nos diferentes ensaios. (a) frequências simples; (b) frequências acumuladas.....	81
GRÁFICO 11	- Respostas de pressionamento da portinhola, emitidas por 1VD, com liberação de alimento. (a) frequências simples; (b) frequências acumuladas	82
GRÁFICO 12	- Pressionamento da portinhola, por minuto, com liberação de alimento. Respostas emitidas por 1VD (ninho 8), sendo (a) frequências simples e (b) frequências acumuladas	83

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	- Quadro geral do total de ninhos usados e resultados alcançados	55
TABELA 2	- Resultados encontrados nos ninhos submetidos à aparelhagem final	56
TABELA 3A	- Desempenho nos dias de experimento — Ninho 4 : A- Localização e treino de bebedouro	57
TABELA 3B	- Desempenho nos dias de experimento — Ninho 4 : B- Treino de bebedouro e modelagem	58
TABELA 3C	- Desempenho nos dias de experimento — Ninho 4 : C- Modelagem	60
TABELA 3E	- Desempenho nos dias de experimento — Ninho 4 : D- Modelagem e estabilização da resposta	61
TABELA 3F	- Desempenho nos dias de experimento — Ninho 4 : E - Estabilização da resposta	62
TABELA 4A	- Desempenho nos dias de experimento — Ninho 8 : A - Localização e treino de bebedouro	63
TABELA 4B	- Desempenho nos dias de experimento — Ninho 8 : B- Modelagem e estabilização da resposta	64
TABELA 4C	- Desempenho nos dias de experimento — Ninho 8 : C- Modelagem e estabilização da resposta	65
TABELA 5	- Número de gotas nos dias de experimento-Ninho 4 : Sujeito 1RE	66
TABELA 6	- Número de vôos nos dias de experimento-Ninho 4 : Sujeito 1RE	67
TABELA 7	- Resposta de pressionamento da portinhola com liberação de alimento - Ninho 4: Sujeito 1RE	68
TABELA 8	- Número de gotas nos dias de experimento-Ninho 8 : Sujeito 1VD	69

TABELA 9 - Número de vôos nos dias de experimento -Ninho 8: Sujeito 1VD	70
TABELA 10 - Respostas de pressionamento da portinhola com li beração de alimento -Ninho 8: Sujeito 1VD	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AB - aberta

ASSOCIAÇÃO PORT./ÁGUA - associação portinhola/água

AUT. - automático

f - frequência

f_{ac} - frequência acumulada

G1 - gaiola 1

G2 - gaiola 2

MAN. - manual

PASS. ALIM. - passagem de alimento

PORT. AUX. - portinhola auxiliar

PRESS./DISP. - pressionamento da portinhola principal, com
disparo do mecanismo alimentador

PRESS./MIN. - pressionamento com disparo, por minuto.

2/AB - regulagem da portinhola auxiliar, de semi-fechada para
aberta

"0" - posição inicial do carrinho de modelagem ou posição
em que é atingido o critério III.

"X" - posição final do carrinho de modelagem ou posição em
que é atingido o critério II.

"5" (ou "5,5") - posição do carrinho de modelagem, onde é a-
tingido o critério I.

+ - presença de atividade

- - ausência de atividade

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - A Aprendizagem Instrumental: características básicas

Em seu livro The behavior of organisms, Skinner (1938) lançou as bases do condicionamento operante ou instrumental, através de trabalhos observacionais do desempenho do rato branco e do pombo na "caixa de Skinner". Dava prosseguimento a uma linha de pesquisa em torno de aprendizagem por associação, iniciada por Thorndike (1911) e passando por Pavlov (1927). A aprendizagem por associação consiste em vincular situações ou estímulos novos a outros estímulos já conhecidos, de maneira que a resposta normalmente vinculada a estes últimos se torne associada ao estímulo novo (Ruwet, 1975). No experimento padrão de Thorndike, um gato privado de alimento é colocado em uma "caixa-problema" que pode abrir-se pelo acionamento de uma alavanca pelo lado de dentro. Uma porção de comida é colocada no exterior, bem a vista. O gato, nessa situação, apresenta movimentos desordenados, até que, acidentalmente, aciona a abertura da gaiola e come a porção de comida, é reintroduzido pelo experimentador na gaiola e, à medida que a experiência se repete, a atividade inútil diminui e o comportamento do gato torna-se claramente dirigido para o mecanismo de destravamento. Finalmente, é selecionada a resposta eficaz que leva à saída e é recompensada. Segundo Thorndike, a solução de tal problema pelo gato implica na formação de uma associação entre certo aspecto da situação estimuladora, tal como a alavanca de destravamento, com o movimento específico que faz a porta abrir. Além disso, a relação estímulo-resposta que se estabeleceu foi influenciada pelo resultado desse movimento. Sair da gaiola e se alimentar são conseqüências agradáveis que servem para cunhar a conexão entre estímulo e a resposta que leva

ao prazer. Da mesma forma, as conexões estímulo-resposta que não levam a consequências agradáveis não são reforçadas e tendem a desaparecer. Em Animal Intelligence (1911), Thorndike a apresenta essa idéia como a lei do efeito:

"Das várias respostas à mesma situação as que forem acompanhadas ou seguidas de perto pela satisfação do animal, serão, em iguais condições, mais firmemente relacionadas com a situação, de modo que, quando esta tornar a ocorrer, aquelas terão maior probabilidade de voltarem a ocorrer. Quanto maior for a satisfação ou o desconforto, maior o fortalecimento ou o enfraquecimento da ligação"

(Keller e Schoenfeld, 1973).

A lei do efeito expressa bem o tipo de aprendizagem denominado "instrumental" ou por "ensaio-e-erro". O animal realiza uma série de tentativas até exibir determinada resposta que serve de "instrumento" para a obtenção do alvo almejado, quando então é recompensado. Aliás, a idéia de reforçamento, que Thorndike denomina "satisfação" é o ponto comum nos principais autores associacionistas, aparecendo por exemplo, no condicionamento clássico de Pavlov, em 1927.

O princípio do condicionamento clássico diz que quando um estímulo neutro é emparelhado várias vezes com um estímulo que normalmente evoca uma resposta, esse estímulo neutro passa a evocar a resposta. No experimento Pavlov (1927), um cão faminto foi colocado numa sala a prova de som, e uma quantidade determinada de pó de carne foi introduzida em sua boca. A quantidade de saliva secretada foi precisamente medida através de uma fístula aberta na boca do animal, de modo que a saliva proveniente do duto salivar, passava por um funil e caía em gotas que

podiam ser contadas. Em seguida, Pavlov fez com que a apresentação de carne fosse precedida pelo som de uma campainha, repetindo esse procedimento várias vezes. A princípio, a campainha não provocou salivação; mas após vários emparelhamentos com carne isto aconteceu. A saliva então, começava a pingar da fístula logo depois que o som era apresentado e antes que a carne fosse dada. A resposta de salivação foi chamada de resposta condicionada (RC); ao som da campainha, que antes era um estímulo neutro, chamou-se estímulo condicionado (EC). A resposta de salivação somente ao pó de carne, antes da aprendizagem, ficou sendo a resposta incondicionada (RI), causada pelo estímulo incondicionado (EI) pó de carne. O fortalecimento ou aparecimento de uma resposta condicionada se dá pelo reforço. O reforço se refere ao estímulo incondicionado que produz uma resposta incondicionada biologicamente mais forte que qualquer outra resposta produzida por um outro eventual estímulo, naquela situação. Esse estímulo da resposta incondicionada mais forte é chamado estímulo reforçador.

O princípio de reforçamento que transparece da lei do efeito de Thorndike e do condicionamento pavloviano, vai ser retomado mais tarde, por Skinner (1938), constituindo o ponto basilar de todas as suas formulações.

Skinner principia propondo a distinção entre dois tipos de condicionamento: tipo S e tipo R. No condicionamento tipo S, o reforço está associado ao estímulo; por exemplo, o alimento é dado quando se apresenta um som. É chamado de condicionamento respondente. por lidar com as respostas do organismo que são eliciadas por estímulos específicos. O experimento clássico de Pavlov é o representante típico do condicionamento tipo S ou respondente.

No condicionamento tipo R, é uma resposta que está correlacionada com o reforço. É também conhecido como condicionamento

operante, em função das respostas do organismo que, nesse caso, são emitidas, mais ou menos independentemente de estímulos específicos. A maioria dos nossos comportamentos, em relação aos problemas práticos da vida diária, são dessa natureza, no sentido de que opera ou atua sobre o meio para produzir consequências que -- diz Skinner em Ciência e Comportamento Humano (1970) --, "...podem retroagir sobre o organismo. Quando isto acontece, podem alterar a probabilidade de o comportamento ocorrer novamente". O comportamento do fato na caixa-problema de Thorndike reflete bem esse tipo de aprendizagem instrumental ou operante. Após reconhecer esses dois tipos de aprendizagem, Skinner se ocupa primordialmente do condicionamento operante, no qual a aprendizagem está sob o controle de suas consequências. A "caixa de Skinner", artefato através do qual Skinner tirou as observações necessárias para o embasamento de suas conclusões, é basicamente uma caixa problema, na qual o animal aprende que o acionamento de uma alavanca produz um prêmio. Consta essencialmente de uma câmara, geralmente à prova de som, tendo num de seus lados uma pequena barra. O abaixamento dessa barra aciona um mecanismo alimentador, de modo a liberar ou uma gota de água ou uma pelota de alimento, numa pequena concha situada logo abaixo da barra. Cada pressionamento da barra, com consequente liberação de alimento é registrado num contador, quimógrafo ou outro qualquer mecanismo de registro colocado fora da caixa experimental. Um rato privado de alimento é colocado dentro da caixa e, como primeira fase do procedimento experimental, permitido que se "aclimate" ao aparelho, durante algum tempo. Podendo se movimentar livremente, por já estar agora acostumado com a caixa, o animal executa uma série de comportamentos exploratórios até que em dado momento, pressiona a barra, fazendo cair uma porção de comida. A partir daí, a frequência de pressionamento da barra tende a crescer, em função de sua

correlação com o esforço contingente a cada uma dessas respostas (pelota de alimento). À medida que as rações vão sendo consumidas e que a fome do animal vai sendo satisfeita, as respostas à barra vão diminuindo, ficando todo o desempenho do rato estampado em termos de uma curva de frequência acumulada, traçada pelo registrador automático ligado à barra e ao mecanismo liberador de alimento.

Através dessa situação experimental, Skinner pôde estabelecer várias características da aprendizagem instrumental. Assim, o nível baixo com o qual o rato pressiona a barra antes de alimento ser introduzido é chamado nível operante. Quando o alimento começa a ser dado, toda a vez que o sujeito exibe a resposta desejada, o nível de resposta cresce. Essa mudança indica que o alimento reforça o comportamento de pressão à barra, ou seja, que é reforçador. Se, agora, algumas mas não todas as respostas de pressão à barra forem reforçadas, o padrão particular usado é conhecido como esquema de reforçamento. Quando a resposta de pressão à barra deixa de ser seguida por alimento, o nível cai, sendo esse declínio de resposta resultante da retirada de reforçamento, conhecido como extinção. Se após a extinção, deixarmos o sujeito experimental numa situação em que não tenha acesso à barra, após um bom período de tempo, e em seguida possibilitarmos novamente esse acesso, é provável que o nível de resposta reapareça tão alto quanto era antes da extinção. Esse aumento de nível de resposta é chamado recuperação espontânea. A generalização diz respeito ao fenômeno segundo o qual um organismo, condicionado a responder a determinado estímulo, responderá da mesma maneira, a certos outros. Se a barra com a qual o rato foi treinado, for trocada por outra, de formato ou cor diferente, o rato responderá também a esta barra, mesmo que o nível não seja tão alto quanto o da barra original. Se, no entanto, as duas barras forem apresentadas al-

ternadamente, de modo que a resposta a uma delas seja reforçada, enquanto que a resposta à outra não o seja, o rato aprende a pressionar a barra reforçada com um nível de resposta mais alto do que o da barra não reforçada. Falamos então que houve uma discriminação entre os dois estímulos apresentados.

Um outro importante princípio de aprendizagem, no contexto do condicionamento operante é o da modelagem de uma resposta. Consiste em reforçar continuamente as respostas que mais se aproximam de um comportamento final desejado. Para Skinner, "...um operante não é algo que surja totalmente desenvolvido no comportamento do organismo. É o resultado de um contínuo processo de modelagem". (Skinner, 1970). A resposta de "pressionar a barra" não é uma unidade de comportamento discreta. Na verdade, antes dessa resposta final, o rato localiza a barra, se aproxima dela, ergue-se sobre as patas traseiras, pressiona a barra o suficiente para permitir a liberação da pelota de alimento. Se cada uma dessas "aproximações sucessivas" do alvo desejado, for reforçada, pode-se conseguir o comportamento final num tempo menor que o necessário se o rato tivesse sido deixado "à vontade", para exibir o comportamento desejado acidentalmente.

As três concepções de aprendizagem, rapidamente caracterizadas, guardam um aspecto em comum: a idéia da possibilidade de aprendizagem através da associação de estímulos ou situações com um reforço. Existem, também, diferenças entre elas. A própria aplicação do reforço, enquanto no condicionamento clássico, está relacionada a um estímulo, no condicionamento operante fica contingente a uma resposta. Este, aliás, é um dos pontos em que as teorias do Skinner e de Thorndike estão de acordo. Decorre da distinção feita por Skinner (1938) entre condicionamento respondente e condicionamento operante, dando ênfase

se, tal qual fez Thorndike, a este último tipo, no qual a aprendizagem está sob o controle de suas consequências.

Existe atualmente, uma tendência a ver sem sentido essa dicotomia entre operante e respondente. Os trabalhos de Brown e Jenkins (1968) e Moore (1973) sobre "auto-shaping" em pombos, reclamam uma visão de toda a aprendizagem como sendo de um só tipo básico. O fenômeno do "auto-shaping" envolve a modelagem de uma resposta operante através do procedimento pavloviano. Esses pesquisadores observaram que, quando pombos são expostos a repetidos emparelhamentos temporais entre uma chave iluminada e alimento, os animais começam a bicar a chave. Há, claramente, tanto uma relação estímulo-reforço, como uma relação resposta-reforço, o que ajuda a quebrar a dicotomia clássico-operante. Hinde e Stevenson-Hinde, apresentam o problema em seu Constraints on Learning (1973), colocando ainda Honing (1973) como um dos que apontam a necessidade de uma revisão da questão instrumental-clássico a partir dos trabalhos de Brown/Jenkins e Moore acima citados.

O presente trabalho não pretende uma avaliação dos tipos ou teorias da aprendizagem. Nem sobre seu alcance ou limitações. As três concepções de aprendizagem apresentadas, não são as únicas. Pavlov e Thorndike foram preferidos e brevemente caracterizados por sua importância histórica para o aparecimento do pensamento skinneriano. A necessidade de revisão da dicotomia clássico-operante dá bem a idéia de como a pesquisa em torno da aprendizagem continua hoje, a partir de formulações e sistemas legados por estudiosos tais como Pavlov, Thorndike e Skinner. Isso os torna ainda atuais e importantes, e Skinner é particularmente, um exemplo disso, pelo que de discussões e experimentos novos tem possibilitado a outros pesquisadores, na busca de uma teoria mais abrangente e orgânica para o tratamento da aprendizagem simples.

1.2 - Principais críticas à concepção skinneriana de aprendizagem

1.2.1 - Aprendizagem versus instinto

Por volta de 1930, duas correntes principais lideravam os estudos de aprendizagem animal. A primeira era constituída essencialmente por psicólogos experimentais norte americanos, comandados por B. F. Skinner, a partir de seu livro The Behavior of Organisms (1938), onde lançou as bases do condicionamento instrumental ou operante. A segunda escola, principalmente europeia, surgiu com o aparecimento da Etologia, caracterizada em King Solomon's Ring, de Lorenz (1952b) e em The Study of Instinct, de Tinbergen (1951). As duas escolas tinham abordagens diferentes. Os etólogos estudavam os animais em seu ambiente natural, preocupados com uma descrição objetiva do comportamento, que possibilitasse posterior análise sobre suas causas e funções adaptativas. Estavam basicamente interessados nos padrões inatos da conduta, ignorando os aspectos relacionados com a aprendizagem. Os psicólogos experimentais, ao contrário, estavam exclusivamente interessados na aprendizagem. Procuravam estabelecer leis gerais que explicassem o modo como diversos organismos têm suas condutas modificadas a partir de mudanças do meio. Para isso manipulavam diversos parâmetros, tais como exercício, recompensa e punição, em situações experimentais de laboratório. Praticamente ignoravam o comportamento em seu ambiente natural.

Resulta nítida dessa oposição entre as duas abordagens, a velha distinção entre aprendizagem e instinto, sempre presente quando se discutem problemas relacionados com a aprendizagem, ou mesmo com uma visão mais geral do animal ou ser, no mundo. Está claro que o comportamento do animal precisa ser adaptati-

vo a fim de possibilitar sua sobrevivência quando defrontado com necessidades de alimentação, abrigo, procriação. Existem basicamente, duas maneiras pelas quais o animal consegue essa adaptação. Ele pode estar equipado com um repertório de respostas inatas, que aparecem tão logo sejam solicitadas pelo meio. As atividades de construção de ninho e captura de presa, nas aranhas; e a capacidade de voar em direção às flores para procurar néctar, pelas abelhas, são exemplos dessas respostas, chamadas instintivas, caracterizadas por não dependerem seu aparecimento de práticas ou experiência anterior. Por outro lado, o animal pode adquirir novas respostas durante sua vida, como resultado de sua experiência individual. O filhote de leão, conforme ilustra Manning (1972), muda suas estratégias e métodos para caçar, de acordo com as circunstâncias durante sua vida. A agilidade adquirida das brincadeiras com os irmãos de ninhada, a observação e a imitação da espreita e captura de presas pelos pais, fazem crer que ele aprendeu a reagir nas diferentes situações, visando uma melhor adaptação.

A tendência para adotar uma dessas visões do comportamento adaptativo, em detrimento da outra, ocasionou o aparecimento de numerosas críticas entre as duas escolas. Skinner, representante da psicologia experimental americana foi acusado por seu behaviorismo confesso, cheirando a empirismo clássico lockeano. A aceção skinneriana de que todo o comportamento seria aprendido, resulta de aceitar o homem, ou animal como essencialmente uma tábula rasa, quando nasce. Os etólogos não podiam aceitar essa posição que significava a não consideração de padrões inatos ou instintivos. Outra crítica se referia ao fato de Skinner se ter concentrado em somente um tipo de animal, o rato branco. Isso desautorizava suas pretensões de estabelecer leis gerais de comportamento, pelas dúvidas que ficavam sobre seres aplicáveis os princípios da "caixa de Skinner" a outras

espécies animais. Por sua vez, os psicólogos criticaram os etólogos por negligenciarem o papel do ambiente, e por usarem o termo "instintivo" como um rótulo aplicável indiscriminadamente, toda vez que se defrontavam com situações comportamentais de difícil acesso a uma explicação experimental de seu desenvolvimento no indivíduo.

Apopley & Cofer (1972), resumem as principais críticas à teoria etológica dos instintos. Hebb (1953) prega o abandono do termo instinto por ser enganoso ao propor a falsa dicotomia hereditariedade-meio, baseada numa definição circular de seus termos, quando se tem um por exclusão do outro; e porque implicava um mecanismo de processo nervoso independente dos fatores ambientais e da aprendizagem. Lehrman (1953) insistia que nenhuma experimentação poderia determinar até que ponto um comportamento era inato, uma vez que não se podia descartar a hipótese de aprendizagem in útero ou no ovo, que é inacessível à observação. Lorenz responde a essas críticas em Evolucion y Modificacion de la Conduta (1971), livro em que pretende recuperar o crédito em torno do conceito de "inato" e da linha de investigação decorrente deste conceito.

Passadas as críticas radicais, o saldo parece ter sido proveitoso. Ambos os lados concordam em que uma classificação rígida em "instintivo" e "aprendido" é inadequada, pois o comportamento quase sempre não pode cair exatamente numa destas categorias por conter elementos de um e do outro. A discussão fica, na realidade, bastante teórica e acadêmica, porquanto o comportamento final de um indivíduo é o resultado de suas condutas herdadas e as condutas aprendidas, numa relação constante e dinâmica. Evans (1968) cita o exemplo das mamangabas, que são inicialmente atraídas para as flores por respostas instintivas à sua visão e cheiro, mas que essas respostas algumas vezes tornam-se modificadas pela aprendizagem. Vários autores en-

dossam este ponto de vista, entre os quais Hinde (1966) e Thorpe (1956), que tentaram dar uma visão integrativa sobre a questão, chamando a atenção para os dados advindos da neurofisiologia, e exortando os pesquisadores a serem cautelosos nas suas tendências de classificação de condutas, até que se tenha suficiente estudo sistemático dos aspectos de desenvolvimento do comportamento no indivíduo. Bermant e Alcock (1973) sugerem o aparecimento recente de uma abordagem evolucionária que requer "a síntese de informação sobre a genética, a fisiologia e a ecologia dos animais individuais" e que fornecerá uma base para estudo dos aspectos do comportamento animal e suas interrelações.

1.2.2 - Sobre a generalização das leis de aprendizagem

Em 1950, Beach publicou um artigo intitulado The Snark was a Boojum, em que documentava a maneira pela qual a psicologia comparada se movimentou, a partir de 1911. Demonstrava, principalmente, o declínio gradual de estudos com invertebrados, enquanto que, por outro lado, o interesse para o rato branco, como animal preferido para pesquisas de aprendizagem, aparecia claramente estabelecido. Até 1948, aproximadamente, 10% das publicações do Journal of Comparative and Physiological Psychology diziam respeito a pesquisas de condicionamento e aprendizagem com invertebrados, enquanto cerca de 60% utilizavam o rato como sujeito. Outros mamíferos que não o rato branco, consumiam aproximadamente 30% dos artigos. Os dados acrescentados a partir de 1948, mostram que a situação praticamente não se modificou.

A justificativa para a preferência do rato branco como su

jeito experimental nas pesquisas de aprendizagem, pode ser encontrada na crença, por parte dos estudiosos do comportamento animal, de que os princípios da aprendizagem permanecem os mesmos em toda a extensão da escala zoológica. Por razões de custo, facilidade de manuseio e outras vantagens, o rato é então escolhido como representativo dos animais em geral. Beach clama pela necessidade de se estender a faixa de espécies animais sujeitas às técnicas e condições experimentais, chamando a atenção para o perigo de se basear no rato branco para gerar dados e teorias em psicologia. Está ladeando muitas outras críticas de vários autores quanto à possibilidade de extensão dos princípios da caixa de Skinner, do rato até os demais integrantes da série zoológica. Breland e Breland (1961), relatam uma série de experimentos em que tentaram treinar diversos animais para executarem certos comportamentos visando fins comerciais. Defrontaram-se com inúmeras dificuldades, que atestam, segundo os autores, a falha das leis do condicionamento operante. Os animais, após terem sido condicionados para exibirem uma resposta específica, deslocavam-se gradualmente, para comportamentos inteiramente diferentes daqueles para os quais haviam sido treinados. Descrevem um exemplo de uma galinha que foi treinada para executar um determinado padrão de "dança". Para tanto, tinha de sair de um compartimento, subir numa plataforma rotativa, e após alguns instantes, descer para comer o alimento liberado automaticamente. Entretanto, a galinha desenvolveu um comportamento de "ciscar" o chão da plataforma, comportamento que não era exigido para o treinamento. O animal exibiu, segundo Brelands, um comportamento típico de sua espécie: ciscar para ganhar alimento. Isso implicaria um componente instintivo respondendo pelas atividades do animal, preferentemente aos procedimentos de condicionamento operante.

Seligman (1970) introduz a noção de "preparação", para dar

conta das dificuldades de generalização das leis de aprendizagem. Argumenta que os estudos de aprendizagem com ratos e pombos lidam com respostas que são deliberadamente arbitrárias proque é esperado, que, em virtude dessa arbitrariedade, poderiam ser encontradas características no comportamento dos animais que justificariam a generalização para situações instrumentais da vida cotidiana (Hinde, 1973).

As leis de aprendizagem, portanto, tratam somente dessas associações "não-preparadas", quando há necessidade de levarmos em conta as associações "preparadas" e "contra-preparadas".

Como suportes empíricos de suas proposições, Seligman relata experimentos de outros autores, onde fica demonstrada a quebra da suposição de "equivalência de associabilidade", subjacente ao processo geral da teoria da aprendizagem. Por exemplo, Garcia & Koelling (1966) treinaram ratos a beber água com sacarina associada com fortes estímulos luminosos. Durante as sessões, os ratos recebiam irradiações de raios-X que os faziam passar mal cerca de uma hora após. Mais tarde, os ratos eram testados quanto a possíveis aversões aos elementos do estímulo condicionado composto. O resultado foi que os animais adquiriram uma forte aversão ao gosto de sacarina, mas não adquiriram aversão aos estímulos luminosos. Num experimento complementar, os ratos recebiam choques elétricos nas patas sempre que bebem sem a água com sacarina. Aqui, os ratos passaram a evitar as luzes mas continuaram a beber a água. Isso mostra que os ratos estão "preparados" para associar sabor e mal estar, mas não "contra-preparados" para associar gosto com choque. E mais ainda, são "não-preparados" para a associação choque nas patas com luz. Em outro experimento relatado, Brown e Jenkins (1968) emparelharam o aparecimento de grãos de alimento com uma chave iluminada e os pombos, ao contrário do que era exigido na si-

tuacão típica, exibiram a resposta de bicar a chave mesmo na ausência de uma contingência entre o bicar a chave e a liberação de alimento. Para Seligman, isto é um exemplo de como os pombos são altamente preparados para associar o bicar de uma chave iluminada com grão de alimento.

Os estudos sobre a aprendizagem de esquiva efetuados por Bolles (1970) fornecem também argumentos contra uma possível universalização das leis de aprendizagem. A aprendizagem de esquiva, para ser bem sucedida, necessita segundo Bolles, de ter a resposta escolhida de entre o repertório defensivo específico da espécie (species-specific defense reactions, ou SSDRS) do organismo em questão. Assim, correr e voar podem constituir-se em boas respostas de esquiva no rato e no pombo, respectivamente, pois esses comportamentos têm muito a ver com a maneira como esses animais se defendem na natureza. Por outro lado, as respostas de pressionar a barra e bicar um disco, provavelmente ligadas ao repertório apetitivo, apresentam problemas para uma aprendizagem numa situação de esquiva. Em artigo mais recente, Bolles (1973) propõe que a habilidade para aprender não é uma habilidade geral, mas altamente seletiva. Parte do princípio de que determinado animal terá mais facilidade em aprender certas coisas e terá mais dificuldade em aprender outras. Chamou a esta idéia, Princípio de Associação Seletiva, e ilustrou com o seguinte exemplo: um rato é colocado numa pequena caixa e um som estridente ocorre toda vez que o animal emite a resposta de ficar de pé, sobre as patas traseiras. Num grupo de controle, os ratos são testados exatamente da mesma maneira, isto é, recebem o som punitivo ao mesmo tempo que os animais experimentais, independentemente do que estejam fazendo naquele instante (yoked control). Os resultados deste experimento mostram que o barulho estridente não é um punidor eficaz. A resposta de ficar de pé decresce gradualmente, à medida que

cai a atividade exploratória do animal, mas não há diferença entre os dois grupos na maneira como essa resposta decresce. Num outro experimento, é escolhida outra resposta que ocorre quando da atividade exploratória dos ratos, ou seja, a resposta de colocar o nariz numa pequena abertura na parede da caixa. Novamente, os ratos do grupo experimental são punidos com som alto toda vez que emitem a resposta de colocar o nariz no buraco, enquanto o grupo de controle recebe o ruído ao mesmo tempo, indiferente ao que o animal esteja fazendo. Nesta situação, o ruído rapidamente elimina a resposta de colocar o nariz no buraco. Por que então ocorre uma aprendizagem rapidamente sob determinadas condições e não sob condições semelhantes? Segundo Bolles, a teoria tradicional da aprendizagem não pode explicar porque a aprendizagem ocorre num caso e não no outro. Porém, o Princípio de Associação Seletiva, se não dá essa explicação da diferença na aprendizagem, pelo menos nos alerta para a existência de tais diferenças, preparando-nos para aceitá-las como uma parte normal da aprendizagem animal. Onde não é seguro generalizar entre espécies ou situações de aprendizagem. Muitas das soluções para certos problemas não precisam ser aprendidas, e além disso, os organismos são limitados em sua flexibilidade para aprender. Se a resposta estiver dentro das tendências naturais do organismo será adquirida rapidamente; se porém, a tarefa de aprendizagem requer uma resposta não natural para aquele particular animal, podemos esperar um insucesso.

Não se deve concluir, das críticas aqui apontadas, que o uso das técnicas de condicionamento deva ser desacreditado ou descartado. O que é preciso extrair daí é uma intenção de marcar os limites dessas técnicas, apontando suas debilidades e enfatizando a necessidade de serem levados em conta os aspectos biológicos das espécies, sempre que se pretenda um adequa

do entendimento, predição ou controle do comportamento.

Conforme acreditam Breland e Breland (1961). "... a demonstração de tais fraquezas poderia possibilitar uma proveitosa revisão na teoria do comportamento". Bermant e Alcook (1973) vêem o artigo de Bolles (1973) como típico de uma visão que poderia ser chamada "The New Look" na teoria da aprendizagem. Para ele, as teorias de reforçamento estão sendo modificadas, para atender às demandas da realidade biológica, para encontrar a influência dos fatores de adaptação das espécies sobre a predisposição para aprender, ou não. Os psicólogos experimentais estão mais cautelosos nas generalizações de seus achados, procurando juntar dados relativos à história evolucionária dos animais em estudo e estendendo suas técnicas a outras espécies da escala animal, que não o rato branco. Por sua vez, a atitude dos etólogos modernos, tais como Hinde (1973) é de uma integração ou síntese das diversas contribuições, considerando que as técnicas desenvolvidas através da caixa de Skinner podem ser úteis, do ponto de vista estratégico, para o deslindamento das possibilidades comportamentais próprias do repertório de cada espécie.

Os trabalhos de Thompson (1963) exemplificam essa nova "abordagem", onde as técnicas de condicionamento são empregadas levando-se em conta características comportamentais inatas, relevante para cada situação de aprendizagem ou espécie estudada. O peixe-de-briga (*Betta splendens*) macho emite uma resposta operante arbitrária (atravessar uma argola ou aro) que pode ser reforçada com estímulos (visão de sua imagem no espelho) que eliciem manifestações agressivas não-aprendidas.

1.3 - Histórico e objetivos

Pelo exposto, depreende-se que, a partir do aviso de Beach em 1950, chegou até os dias atuais da teoria da aprendizagem, a necessidade de estenderem-se as técnicas e condições experimentais para outras espécies que não o rato branco. Em Constraints on Learning (1973), Hinde e Stevenson-Hinde demonstram que "...o uso sofisticado de técnicas convencionais pode ainda originar notáveis insights". Recomendam também o estudo da aprendizagem em uma faixa maior de situações, enfatizando especialmente, a necessidade de um estudo comparativo: "...comparações detalhadas entre as performances de aprendizagem da mesma espécie em contextos diferentes, e entre aquelas de diferentes espécies do mesmo contexto, parecem especialmente promissoras para o esclarecimento dos limites que determinam o curso da aprendizagem". Isso equivale a dizer que o modelo do condicionamento instrumental continua sendo fértil o bastante para incentivar a continuação das pesquisas, pelo menos no que se refere aos vertebrados.

No nível invertebrado, deparamo-nos com alguns problemas. Conforme relatam Dyal e Corning (1973), o condicionamento operante não tem sido amplamente usado como procedimento de condicionamento instrumental com invertebrados, apesar de Dews (1959) ter demonstrado que o mesmo poderia ser uma técnica perfeitamente realizável para com os invertebrados mais evoluídos, como artrópodos e moluscos.

As dificuldades parecem ser, primeiramente, de ordem prática (técnica). As operações típicas dos sujeitos durante o condicionamento operante, tais como pressionar uma alavanca ou bicar um disco, precisam ser modificadas ou adaptadas à estrutura do organismo invertebrado, a fim de manter o paradigma. Isso nem sempre é possível, em virtude da estrutura do organismo

em questão, apesar das habilidades do experimentador. Entre os insetos, por exemplo, os trabalhos se concentram no uso de labirintos e caixas de escolha, preferivelmente aos procedimentos técnicos da caixa de Skinner. Os principais estudos utilizam: 1) baratas, a partir dos trabalhos com labirintos de claro-escuro realizados por Szymansky (1912), e Turner (1912). Várias versões e aperfeiçoamento de labirintos surgiram daí, usando, por exemplo, comida (Longo, 1970, odor e choque (Chauvin, 1947), aprendizagem em grupo ou com um só sujeito (Gates e Allee, 1933; Zajonc et al., 1969); 2) bezouros de grão (grain beetles), em labirintos de duas escolhas (Alloway e Routtenberg, 1967; Alloway, 1972; Borsellino et al 1970); 3) moscas de fruta (*Drosophila melanogaster*), em labirintos T (Murphy, 1967, 1969; 4) Formigas, em labirintos com situações complexas (Shepard, 1911; Scneirla, 1929, 1941; Hoagland, 1931; Vowles, 1965; Heyde, 1920); e 5) Vespas (Rabaud, 1926; Verlaine, 1925), com trabalhos sobre discriminações sensoriais e travessia de aberturas e tubos por operárias, a fim de fazerem vôos de reconhecimento e busca de alimento.

O condicionamento operante foi mostrado por Nuñez (1970), que desenvolveu um alimentador artificial no qual as abelhas tinham de pressionar uma pequena barra com a cabeça, a fim de obterem uma porção de solução açucarada. Também Pessotti (1972), mostrou discriminação e condicionamento operante em abelhas, utilizando um aparato experimental no qual a abelha obreira tinha de apertar uma de duas pequenas barras para obter um reforço por uma escolha correta.

Os Polistes fazem parte da família das vespas, que ao lado das abelhas e formigas, formam a ordem Hymenoptera. Não há referência na literatura científica de trabalhos de aprendizagem com esses sujeitos, e em parte isso se deve à manutenção da tradição de uma linha de pesquisas com abelhas como sujeito tí-

pico dos insetos, assim como o rato branco representa ainda o sujeito padrão dos vertebrados. A capacidade de vôo desses animais torna difícil, além disso, a viabilidade técnica de um aparato para o estudo do condicionamento instrumental, recolocando a primeira das dificuldades apontadas.

Outra questão suscitada quanto aos estudos com invertebra dos repousa na estrutura de seu sistema nervoso. Se definimos aprendizagem como uma modificação mais ou menos permanente de comportamento resultante de experiência (Thorpe, 1956), supomos a existência de uma estrutura nervosa que comporte a memória dos dados experienciados e que possibilite manobras rápidas de troca de informações com o meio ambiente. Bitterman (1965) ressalta a relação entre sistema nervoso e aprendizagem através de comparações de organismos com diferentes estruturas nervosas. Conclui pela existência de diferenças qualitativas entre os vários sujeitos, da minhoca ao macaco, ao contrário da suposição comum de uma diferença apenas em grau. Os estudos sobre orientação e discriminação de cores com abelhas (von Frisch, 1967) e os de "detour" e resposta retardada levadas a efeito com Octopus (Wells, 1965), fazem crer numa capacidade de memória e de atividades simbólicas dos moluscos e de outros invertebrados superiores entre os artrópodos. Menzel e Erber (1978), conseguiram estabelecer, em abelhas, as bases neurais da aprendizagem e memória de cor e de odor das flores que forneça néctar ou pólen. Concluíram que os processos subjacentes à aprendizagem e memória nesses insetos não diferem basicamente do que se sabe sobre vertebrados. Dethier e Stellar (1970), colocam os Hymenoptera no apogeu de plasticidade comportamental entre os invertebrados e relacionam isto com três fatores: a evolução de órgãos sensoriais, o desenvolvimento da capacidade de manipulação e o desenvolvimento de um cérebro bastante complexo que permite uma alta capacidade integrativa, para organi

zar a diversidade de informação sensorial recebida e dirigir os movimentos dos órgãos manipuladores.

Por conseguinte, a simplicidade da organização nervosa dos invertebrados, entre os quais se incluem os insetos, não deve constituir um obstáculo para as pesquisas de aprendizagem. Dependendo dos objetivos do investigador, pode ser mais difícil trabalhar com o sistema nervoso dos vertebrados, em virtude de sua complexidade. Uma análise prática dos processos fisiológicos que produzem uma mudança comportamental pode ser melhor efetuada num sistema nervoso que possua apenas 10^5 neurônios, como é o caso dos invertebrados, do que no dos vertebrados, com 10^{10} ou mais células (Alloway, 1973). A necessidade de ajuntar novas espécies sob as técnicas e condições experimentais, de modo a possibilitar um estudo comparativo que lance luz sobre questões cruciais da teoria da aprendizagem, já foi referida, através dos trabalhos de Beach (1950), dos etólogos e dos psicólogos experimentais atuais.

Outra justificativa para um estudo com insetos, repousa no fato de que eles abrangem 75% de todas as espécies de animais vivos conhecidos (Ross, 1965), o que os torna a forma dominante de vida deste planeta. Além disso, é conhecida sua importância para a agricultura e seu papel como vetores na disseminação de doenças. Entretanto, afóra as pesquisas dirigidas estritamente para o entendimento da evolução do inseto e para a investigação dos aspectos fisiológicos relevantes para um controle de pragas, os estudiosos não têm dado ao comportamento deste extremamente importante grupo de animais, a atenção merecida, conforme assinala Alloway (1973).

Baseado nestas considerações, o objetivo do presente trabalho apresenta dois aspectos principais: (1) promover o uso de uma caixa de aprendizagem, inspirado nos princípios da "caixa de Skinner", como uma técnica de estudo do condicionamento ins

trumental em Polistes canadensis. Sobre esses animais não há praticamente nada feito nesses termos, em nível nacional ou internacional e acreditamos ser esta uma metodologia válida, porque (a) procura estender os estudos de aprendizagem a outra espécie, que não o rato branco; (b) procura ampliar a pesquisa relativamente pobre que se tem em relação aos invertebrados; (c) chama a atenção sobre o grupo dos Polistes, ausente quase que totalmente dos estudos com invertebrados;

(2) continuar uma linha de pesquisas a partir de organismos com uma constituição de sistema nervoso mais simples, como estratégia para entendimento dos processos de aprendizagem em organismos mais complexos.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Sujeitos utilizados

2.1.1 - Características gerais

As vespas do gênero Polistes pertencem à sub-família Polistinae, família Vespidae, super-família Vespoidea, grupo Aculeata, sub-ordem Apocrita, ordem Hymenoptera. São insetos sociais, no sentido de que vivem em colônias, com suas atividades marcadas por um alto grau de cooperação e dirigidas essencialmente para o cuidado com a cria. Os insetos sociais são os únicos Artrópodos que cuidam de sua prole até a idade adulta, e isto segundo Carthy (1968), é o que caracteriza a autêntica vida social. Nos mamíferos e aves, por exemplo, os jovens permanecem com seus pais, encontrando-se no rebanho ou bando, animais de todas as idades. As colônias de Polistes são constituídas por uma rainha, fêmea incumbida de pôr ovos, e por um número de operárias, que cuidam da prole da rainha mas não são noadeiras. Essas colônias são geralmente fundadas por uma ou por umas poucas

cas fêmeas, e caracterizam-se pela ausência quase que completa de machos. Seus ninhos são construídos de material vegetal triturado e misturado a uma secreção na boca da vespa fundadora. Compõem-se geralmente, de um único favo de células hexagonais, preso por um pedúnculo a galhos de árvores, madeirames de construções velhas ou beiradas de telhados e cumeeiras de casas abandonadas. De acordo com Rodrigues (1968), a fundação desses ninhos é anual. Eberhard (1969) e Evans e Eberhard (1973), entretanto, limitam essa característica às espécies das zonas temperadas da América do Norte. Os Polistes canadensis, por exemplo, espécie melhor estudada das zonas tropicais da América do Sul, começam novas colônias durante todo o tempo do ano. O ciclo de cada colônia é bem longo, abrangendo seis ou sete meses para as espécies tropicais, e quatro ou cinco meses para as da zona temperada. O declínio de uma colônia começa com a cessação da postura e é evidenciada pela deteriorização gradativa dos ninhos e pelo abandono dos adultos residentes. As rainhas, além de serem as únicas poedeiras, têm outras funções, como iniciarem a construção das células dos ninhos, exercerem um papel de dominância em relação às operárias e executarem tarefas, tais como as de vigilância e inspeção das células, que não implicam ausência do ninho. As outras tarefas da colônia, como construção e cuidado com a cria, são partilhadas com as operárias. Por conta destas últimas, ficam os vôos de reconhecimento e busca de alimento. Os vôos das vespas Polistes são efetuados para buscar: fibras de plantas que entrarão na fabricação da pasta de construção dos ninhos; alimentos proteicos, geralmente na forma de larvas de insetos; néctar; e água. A água é usada, conforme relata Rau (1931), na fabricação da pasta de construção; na alimentação dos adultos e das larvas, principalmente; e na regulação da temperatura do ninho, juntamente com o abanamento de asas por parte de uma ou mais operárias. O

néctar parece constituir a maior parte da dieta das larvas. Por isso é comum encontrarem-se Polistes e outras vespas visitando flores, ou sugando o caldo de alguma fruta madura. Evans e Eberhard (1973) fazem referência a frequentes pestes de Polistes nos "trapiches", pequenas fábricas da América do Sul, destinadas à obtenção de açúcar de cana. Geralmente, a cada vôo de volta à colônia, a rastreadora ou carregadora de água é solicitada pelas companheiras que ficaram no ninho, e então regurgita a água ou alimento entre elas, através de uma transmissão boca-a-boca que pode ser estendida a até sete adultos por vôo.

2.1.2 - Métodos de captura e conservação

Os marimbondos empregados no presente trabalho foram, desde o início, identificados como Polistes canadensis, tomando-se por base características distintivas enumeradas por Rodrigues (1968). Segundo aquela autora, essa espécie é a mais frequente na América do Sul, sendo seus integrantes conhecidos normalmente como 'marimbondos-caboclos'. Embora muito parecidos com os Polistes carnifex, devido a uma grande variedade em forma, tamanho e cor, puderam ser diferenciados destes últimos, através de caracteres como a posição do pedúnculo e a distribuição e localização dos ninhos. Assim, todos os ninhos utilizados tinham o pedicelo fora do centro, como é regra na espécie. Foram encontrados mais ao abrigo do que é comum em outras espécies e também mais isolados, o que se explica pela maior facilidade de captura. Além disso, foram comparados exemplares de cada ninho usado com espécimes já classificados, em 1964, por J. Becker. Foi este pesquisador quem, posteriormente, forneceu a classificação final, confirmando, no Departamento de Entomologia do Museu Nacional do Rio de Janeiro, a espécie Polistes canadensis (LINNÉ, 1758).

Chegam a 8 (oito) todos os ninhos usados, se computados aí os pré-experimentos e as tentativas de condicionamento no aparato inicial que foi aos poucos sendo aperfeiçoado até a concepção final da caixa de aprendizagem pretendida. Foram encontrados nas diversas estações do ano, e todos apanhados nos terrenos do Instituto Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro, em prédios velhos de biotérios, necrotérios, e cavalariças abandonadas. Para facilidade de captura, eram escolhidos aqueles mais ou menos destacados. O número de adultos variava, geralmente, de 5 a 7. Também como critério de escolha, o ninho devia conter um razoável número de pupas (células fechadas), larvas e ovos. Contando com indivíduos em todos os estágios de desenvolvimento, a colônia tinha possibilidade de se manter ativa durante o tempo hábil requerido pelo experimento.

Os ninhos eram escolhidos durante o dia e a qualquer hora, sem observância de temperatura, umidade ou proximidade ou não de chuva. Um funil grande de vidro transparente, com capacidade de 2.000 ml, foi preparado para a captura, tendo seu "bico" vedado, para evitar o escape dos marimbondos, e a parte mais larga, que media 21,5 cm, rodeada por uma camada de espuma de látex. Uma vez selecionada a colônia, normalmente em ripas ou caibros no teto, ou mesmo em umbrais e basculantes de portas e janelas, o funil, seguro pelo bico, era pressionado contra o teto, de modo a deixar o ninho em seu interior. A espuma de látex, apertada, corrigia diferenças e irregularidades de maneira a vedar quaisquer aberturas por onde os sujeitos pudessem fugir. Uma folha de papelão de 30cm X 30cm, e com as bordas afiadas, era então introduzida entre a espuma e o teto, cortando o pedicelo do ninho e fazendo-o cair dentro do funil. Com a folha de papelão cobrindo a abertura do funil, o ninho era levado até o laboratório e fixado na gaiola apropriada para o experimento. Após isso, seguravam-se os sujeitos, através de uma

pinça acolchoada, pelas asas, local onde eram marcados com esmalte de unhas. Chamando E a asa esquerda e D a asa direita, obtinha-se, com três cores básicas (branco, B; vermelho, V e amarelo, A), o número de combinações necessárias para uma identificação da colônia, sem repetição. Assim, por exemplo, LVE era o sujeito com uma pinta vermelha na asa esquerda; LBD, tinha uma pinta branca na asa direita; LADE tinha uma pinta amarela em cada uma das asas; e assim por diante. Depositada uma pequena gota de esmalte na ponta da asa, o excesso era retirado, de maneira a não prejudicar o voo do inseto.

Até o início dos experimentos, os sujeitos passavam por um período de aclimatação, geralmente de um ou dois dias. Uma dieta de água açucarada com concentração de 10%, foi usada durante o decorrer de todo o experimento, para todos os ninhos. A iluminação do laboratório era feita por lâmpadas fluorescentes, e a temperatura e umidade relativa oscilavam de 21 a 27°C e 70 a 93%, respectivamente.

2.2 - Equipamento

2.2.1 - Tentativas iniciais

Desde o início dos trabalhos, a idéia básica de funcionamento da caixa de aprendizagem ficou estabelecida: o sujeito deveria emitir um operante tal que acarretasse a interrupção de um feixe luminoso dirigido a uma fotocélula, fazendo com que o mecanismo de liberação de alimento fosse ativado. O operante que parecia mais provável de ser emitido, com relativa facilidade, por um marimbondo, era o decorrente da travessia de um tubo. Com o sistema lâmpada-fotocélula convenientemente colocado em determinado ponto do tubo, toda a passagem do sujeito por esse ponto ocasionaria o corte do feixe de luz, acionan-

do o circuito alimentador. Entretanto, precisava-se saber, primeiramente, se o animal era realmente capaz de passar através de um tubo, condição essencial para a emissão do operante desejado. Para tanto, foi realizado um pré-experimento, usando o artefato ilustrado na figura 1. Num tubo de plástico transparente de 10cm de comprimento, e com diâmetro interno de 2,5cm, foram feitos 6 furos, com distância de 1cm entre cada um deles. Os orifícios estavam sempre na parte de cima, por causa da base de sustentação do tubo, e neles podia ser introduzido um pequeno reservatório de vidro com gargalo alongado. O experimento tomou, então, as seguintes etapas:

- 1 - foram deixados em privação, por 24 horas, marimbondos marcados previamente;
- 2 - a cada dia, colocou-se na gaiola, através do pequeno vidro introduzido no tubo, água açucarada com 10% de concentração;
- 3 - uma vez encontrado, através de explorações casuais dos sujeitos, o vidrinho de água açucarada foi deslocado, gradativamente, desde a posição 1 até a posição 6, quando então os marimbondos tinham de percorrer um grande espaço através do tubo, a fim de receberem água.

Esse experimento durou três dias, tempo necessário para chegar o vidrinho de água açucarada até a posição 6 do tubo, e possibilitou algumas conclusões. Por exemplo, foi sempre um único marimbondo a apanhar água. De volta ao ninho, distribuía então o alimento para os demais indivíduos, que ali tinham permanecido. Além disso, o sujeito mostrou-se capaz de emitir o operante esperado, ao percorrer uma distância de aproximadamente 7cm tubo adentro, quando o vidrinho de água açucarada se situava no orifício 6. A própria modelagem foi realizada facil

mente, com o sujeito encontrando de imediato o vidrinho, nas diversas posições consecutivas. Os vôos entre ninho e bebedouro eram também muito frequentes, numa média de 1 vôo por cada 5 minutos, aproximadamente. Considerando-se o diâmetro do gargalo do vidrinho de água açucarada (0,6cm) e sabendo que uma vez ali, o sujeito bebia continuamente, podia-se supor, num mecanismo alimentador tipo "caixa de Skinner", outros fatores que viessem a atuar, fazendo aumentar essa frequência de vôo e possibilitando uma melhor visualização do processo de aprendizagem. O tamanho da "canequinha" de busca de água poderia ser reduzido, convenientemente, e o próprio fato de a água não ser mais dada continuamente, mas na dependência da emissão de um operante, jogariam um fator motivacional capaz de influenciar o desempenho do sujeito.

Das observações desse pré-experimento, resultarem os P. canadensis como sujeitos passíveis de serem estudados numa caixa de aprendizagem tipo caixa de Skinner. O tipo de alimentador mais eficaz parecia ser ainda o clássico, com a energização de um eletroímã ou relé, que baixava uma "canequinha" até uma cuba de água, fazendo-a emergir cheia. Quanto ao mecanismo de energização do relé, o acionamento através de um circuito eletrônico foi escolhido, preferentemente ao clássico processo de fechamento mecânico de um contato elétrico. Por questões de construção, e levando-se em conta as características dos sujeitos, a interrupção de um feixe de luz que ocasionasse o funcionamento do relé, aparecia mais fácil de realizar.

A essa altura, o tipo de operante foi modificado. Ao invés da simples travessia de um tubo, como estava anteriormente delineado, o sujeito deveria emitir uma resposta que despendesse algum esforço e exigisse a manipulação de algum objeto ou aspecto da situação experimental, tal como acontece com a resposta de pressão à barra, pelo rato. Os Polistes possuem grande capacidade manipulativa; supunha-se que, aliando essa habilidade

com a necessidade de exercer algum esforço, prováveis fatores motivacionais pudessem aumentar a eficácia do condicionamento. Os trabalhos de Pssoti (1972), em que abelhas aprenderam a pressionar uma pequena alavanca a fim de obterem alimento, animavam preocupação semelhante com os Polistes, em virtude da proximidade estrutural entre esses dois grupos de insetos. Os dados do pré-experimento mostraram os marimbondos capazes de dar uma resposta de "entrar num compartimento". Restava equipar o "compartimento" com um "operandum" apropriado, que atendesse a duas principais exigências: fosse possível de ser manipulado pelos sujeitos em questão; e, uma vez pressionado, colocasse em funcionamento o circuito eletro-mecânico responsável pela liberação de alimento.

Na tentativa de atender a esses quesitos, foi construído o dispositivo conforme ilustrado na figura 2a. Num compartimento de acrílico incolor, transparente de 8cm x 4cm x 4cm, foram montados, um em frente ao outro, uma lâmpada e um fotoresistor. Na altura desses dois componentes, estavam dispostas quatro "portinholas" de alumínio bem fino, de tamanhos diferentes, que podiam ser baixadas independentemente. O processo de modelagem consistia em: a) treinar a resposta de localização do bebedouro, situado em um orifício no chão da gaiola; b) enquanto o sujeito bebia, aproximar gradativamente o "carrinho" de acrílico, até a posição em que as portinholas ultrapassavam, ligeiramente, o nível do bebedouro; c) as portinholas eram então baixadas gradualmente, até que, com a última portinhola arriada, o sujeito tinha de empurrá-la para ter acesso ao bebedouro. O empurrar da portinhola cortava o feixe de luz dirigido ao fotoresistor, acionando o circuito eletrônico que energizava um eletroímã. Uma canequinha mergulhava numa cuba de água açucarada e voltava cheia ao bebedouro. Esse sistema apresentou inconvenientes. Quando a última portinhola era baixada, a visão do bebedouro ficava completamente obstruída, de modo que, na maio-

ria das vezes, o sujeito ficava simplesmente parado, sem qualquer ação ante a situação inesperadamente nova. Os poucos marimbondos que conseguiram empurrar a portinhola e beber, ficaram presos ao tentarem retornar do bebedouro, com a portinhola na reentrância entre a cabeça e o tronco. Isso os assustava e prejudicava todo o processo de condicionamento.

O dispositivo apresentado na figura 2b pretendia a superação desses problemas. Tinha uma só portinhola, dividida em seções maleáveis entre si, na tentativa de, com isso, evitar prender a cabeça do animal. A última seção era constituída de maneira a permitir a visão do bebedouro. Entretanto, os problemas anteriores continuaram. Muito poucos sujeitos conseguiram atravessar a portinhola, e quando retornavam, se assustavam com a portinhola entre sua cabeça e tronco. A maleabilidade da portinhola, ocasionava também muitos disparos acidentais do alimentador.

Com o aparato mostrado na figura 2c, foram conseguidos resultados mais animadores. O dispositivo continha uma portinhola que ocupava a metade da largura do carrinho, ou seja, uma vez colocada sobre o bebedouro, ia da metade do diâmetro deste até a parede de acrílico onde se situava a lâmpada. Quando a portinhola era empurrada, uma pequena palheta cortava a luz da fotocélula. Foi conseguida alguma associação com este sistema, embora de maneira irregular. Um dos sujeitos experimentais usou empurrou algumas vezes a portinhola e bebeu água. Mas esse padrão não se repetiu regularmente, pois na maioria das vezes, o marimbondo contornava a portinhola, aproveitando o grande espaço ali existente, e se postava diante do bebedouro, onde permanecia por longo tempo.

A solução final foi encontrada com a adição de uma outra portinhola, vista na figura 3a. Essa portinhola era associada a uma roda dentada, possibilitando variar a abertura entre ela

e a portinhola principal, e que dava acesso ao bebedouro. Para efeito de modelagem, essa portinhola era gradualmente fechada, até uma posição em que o sujeito tinha que forçosamente esbarrar na portinhola principal, para chegar até a canequinha de água açucarada. À medida que o sujeito ia associando esbarrar na portinhola principal com ganhar água, a portinhola auxiliar ia sendo aberta. Esse sistema sofreu ainda outros aperfeiçoamentos. Primeiramente, foi introduzido um pequeno tubo onaco, entre a fotocélula e a lâmpada, com a missão de direcionar mais apropriadamente a luz e de evitar que o sujeito interrompesse o feixe luminoso, acidentalmente, quando das suas explorações no interior do carrinho. A portinhola principal foi também provida de um batente, de maneira a permitir seu pressionamento somente num sentido, isto é, da frente para a parte posterior do carrinho. Finalmente, a parte traseira do carrinho foi vedada através de uma porta, a fim de restringir as opções de entrada dos sujeitos.

Esses aperfeiçoamentos configuraram o aparato final, através do qual foram obtidos os resultados mais significativos deste trabalho, possibilitando também a estabilização do procedimento envolvido no processo de condicionamento- conforme se pode notar pelas descrições a seguir.

2.2.2 - Aparelhagem final

O equipamento completo consta das seguintes partes:

A) duas gaiolas de vidro, com aberturas laterais de tela de nylon para ventilação, interligadas entre si por uma porta transparente sacável. Na gaiola 1 fica instalado o ninho com os marimbondos; a gaiola 2 constitui, mais especificamente, a caixa de aprendizagem, incluindo a unidade de modelagem de res

postas e o mecanismo de alimentação. Cada gaiola mede 40cm X 40cm X 40cm, de modo que, encostadas as duas gaiolas e aberta a porta mediana que as separa, os marimbondos contam com um espaço amplo bastante para seus vôos entre ninho e bebedouro (fig. 4);

B) a caixa de aprendizagem, composta de: a) uma unidade de acrílico incolor, transparente, de 6cm X 4,5cm X 4,5cm, contendo nas suas faces laterais, um sistema de lâmpada e fotocélula localizadas uma em frente a outra. Em seu interior, há duas portinholas de alumínio fino de 0,2mm de espessura. A "portinhola principal", quando empurrada, interrompe o feixe luminoso dirigido à fotocélula e aciona o mecanismo alimentador. A "portinhola auxiliar" é associada a uma roda dentada graduada que permite variar a abertura de passagem do sujeito entre as duas portas, para ter acesso ao bebedouro. O "carrinho" de acrílico corre sobre uma escala graduada no chão da gaiola, o que, juntamente com a operação da portinhola auxiliar, constitui o processo de modelagem. Uma das duas entradas do carrinho pode ser vedada opcionalmente, quando se quer restringir as opções de entrada do sujeito (figs. 3a. e 3b);

b) um mecanismo alimentador, semelhante ao encontrado na caixa de Skinner clássica: quando o feixe de luz da fotocélula é interrompido, entra em funcionamento um circuito eletrônico (v. fig. 6). Em consequência da ativação desse circuito, um eletroímã é energizado, fazendo baixar uma "canequinha" até uma cuba de água acúcarada, de onde retorna cheia ao orifício do bebedouro (fig.5);

c) um painel de controle e registro, com o dispositivo de reforço manual e automático, a unidade eletrônica, um contador e um registrador de respostas, tipo pena-papel (fig. 4).

2.3 - Procedimento

Uma vez aberta a porta de separação entre as duas gaiolas e estando os sujeitos em privação por um determinado período de tempo (geralmente foram usadas 24 horas), o processo de condicionamento toma as etapas de:

A) localização da fonte de alimento, que se dá normalmente por explorações casuais dos sujeitos, variando o tempo de localização em função de diversos fatores, tais como privação, nível de atividade do ninho, condições de temperatura e umidade, entre outros. Se preciso, pode-se apressar o processo através de aproximações sucessivas de um pequeno recipiente com água açucarada, desde a gaiola 1 até a canequinha do bebedouro, na gaiola 2. A seguir, procedem-se reforços manuais a fim de firmar a resposta de buscar água na canequinha a cada vôo de volta do ninho;

B) estabelecimento da resposta de entrada no carrinho, através de deslocamento sucessivos deste dispositivo sobre a escala graduada no chão da gaiola, de modo a parar o número 5, posição em que a portinhola principal ultrapassa a canequinha. Os reforços manuais continuam:

C) modelagem, propriamente dita, onde se espera que o sujeito consiga empurrar a portinhola principal a fim de interromper o feixe luminoso e ganhar a gota de água. Os procedimentos levados a efeito aí, são os seguintes: (a) fecha-se gradativamente a portinhola auxiliar, através da roda dentada, até um ponto em que o animal tenha que forçosamente esbarrar na portinhola principal quando procura alcançar a gota, dada manualmente;

(b) exige-se, depois, que o sujeito saia e entre novamente, esbarrando na portinhola. Se ele bebe e fica parado ao lado da canequinha, não é reforçado;

(c) reforçam-se agora, as aproximações sucessivas do sujeito em relação à portinhola principal: olhar para, tocar com as patas, tocar com as patas erguendo o corpo sobre as patas traseiras, empurrá-la ou puxá-la;

(d) gradativamente, vai-se abrindo a portinhola auxiliar, até que esteja totalmente aberta. O mecanismo de reforço automático é então acionado, considerando-se que, nessa fase, o sujeito já tenha adquirido a resposta desejada de pressionamento da portinhola.

D) Para tornar a resposta de pressionamento da portinhola, mais estável e definida, desloca-se o carrinho para uma das posições extremas da escala graduada, 0 (zero) ou X (dez), conforme tenha o sujeito aprendido ou a empurrar ou a puxar a portinhola, respectivamente.

3 - RESULTADOS

A TABELA 1 ilustra características dos ninhos usados no decorrer do presente trabalho. Com o ninho 1 foi efetuado um pré-experimento para verificar se o marimbondo era capaz de atravessar um tubo, condição necessária para a emissão do operante almejado. Os sujeitos dos ninhos 2 e 3, apesar de não conseguirem o critério de condicionamento esperado, foram importantes enquanto propiciaram as sucessivas modificações no aparato de modelagem, até o aperfeiçoamento da aparelhagem final. A se-

ção 2.2.1, na página 25, descreve o desempenho desses primeiros ninhos durante as tentativas iniciais empreendidas.

A partir do ninho 4, os experimentos foram realizados já com o aparato final. Com os ninhos 5, 6 e 7, obteve-se a resposta de pressionamento da portinhola, que representava o operante desejado. Entretanto, essa condição foi conseguida somente com o carrinho de modelagem na posição 5 (ou 5,5) da escala graduada no chão da gaiola, atingindo assim o que ficou estabelecido como "critério I". Além disso, as respostas emitidas pelos sujeitos desses ninhos, apresentavam variações de frequência ou topografia de um para outro ensaio ou mesmo dentro de cada dia de experimento.

A TABELA 2 relaciona o número de ensaios e de gotas requeridos até a consecução dos critérios de condicionamento estabelecidos. De um modo geral, foram precisos poucos ensaios até que os sujeitos atingissem os diferentes critérios. No ninho 4, por exemplo, IRE mostrou alguma associação entre a portinhola e a gota de água, logo no primeiro dia. No ensaio seguinte já pressionava a portinhola, com o carrinho de modelagem na posição 5, e ao final de 5 ensaios já tinha a resposta de pressionamento estabilizada e atendendo ao critério rígido de condicionamento instituído (carro em "X" ou "O"). Com o ninho 8 foram necessários apenas 3 ensaios para que IVD conseguisse todos os critérios, sendo que a modelagem propriamente dita foi efetuada no terceiro ensaio. Os dois treinamentos iniciais envolveram as fases de localização e treino de bebedouro.

O número alto de ensaios encontrado no ninho 7, pode ter sido originado nas tentativas assistemáticas de variação de fatores tais como temperatura, iluminação direta sobre o ninho e teor de açúcar ou mesmo tipo de dieta. Essas tentativas foram empreendidas somente em relação a este ninho. Nos demais, a dieta consistia de água açucarada a 10% e as condições ambientais

eram as mesmas do laboratório onde se encontravam esses ninhos.

O número de gotas para os diversos critérios variou muito, e isto pode ser devido ao fato de terem os ensaios durações diferentes.

Os ninhos 4 e 8 foram os únicos que alcançaram os critérios "II" e "III", nos quais a resposta de pressionamento era obtida, com um padrão regular, estando o carrinho de modelagem, respectivamente, nas posições final (X) ou inicial (0) da escala graduada. Com o carrinho nessas posições, o sujeito experimental necessita percorrer uma distância relativamente grande do bebedouro até a portinhola, emitir a resposta de pressionamento, voltar-se e traçar todo o trajeto de retorno à canequinha, para beber. Com essas exigências, a resposta de pressionamento torna-se firmemente estabelecida, com o desempenho dos sujeitos transcorrendo de modo claro e inconfundível, eliminando quaisquer suposições de ocorrência da resposta "por acaso".

Por perfazerem, assim, um quadro mais completo de informações relevantes para os objetivos do presente trabalho, somente os dados relativos aos ninhos 4 e 8 foram levados em conta nas descrições e discussões subsequentes.

3.1 - Desempenho nos dias de treinamento

As TABELAS 3A-F e 4A-C registram os dados mais significativos ocorridos durante os diferentes ensaios com os ninhos 4 e 8, respectivamente. Cada ensaio representa um dia de treinamento. Os ensaios foram numerados de modo consecutivo, mesmo quando havia um intervalo de tempo superior a 1 dia, entre um dia de treinamento e o seguinte. Não houve homogeneização da duração dos ensaios. O experimento podia começar a qualquer hora do dia, a cargo do experimentador, e terminava geralmente quando o

nível de atividade do sujeito experimental baixava muito ou cessava. Essa verificação se fazia através da diminuição crescente, num intervalo de tempo, do número de vôos efetuados pelo sujeito entre o ninho e a fonte de alimento, do número de gotas bebidas e da passagem de alimento para os demais componentes do ninho. O nível de privação não foi também igualado.

As TABELAS 3A, 3B e 3C, descrevem o desempenho de IVD nas fases de localização, treino de bebedouro e modelagem. IVD foi o primeiro marimbondo do ninho 4 a localizar o bebedouro, após uma atividade exploratória pela gaiola 2 que vinha desde o ensaio anterior. A localização se deu no ensaio 2, encerrado quando IVD, após ter realizado 13 vôos ninho/fonte e bebido cerca de 72 gotas, diminuiu o número de gotas por vôo e deixou de passar alimento aos restantes marimbondos do ninho.

No ensaio 3, com apenas 40 minutos de experimento, houve pouca atividade no ninho e IVD não voou até o bebedouro, nada o correndo, então, de importante. No ensaio 4, IVD, assim que retirada a porta de vidro entre as gaiolas, voou direto ao bebedouro, mostrando ter retido a informação mesmo 5 dias após a localização. Teve início a modelagem, fechando-se a portinhola auxiliar gradativamente de modo a forçar o sujeito a esbarrar na portinhola principal quando tentava beber. Depois foi conseguindo que IVD, logo após beber, recuasse até antes do nível das portinholas e avançasse a seguir, esbarrando na portinhola principal, quando então era dado o reforço. Após IVD responder algumas vezes seguidas, nessa condição, a portinhola principal foi aos poucos sendo aberta. Com a portinhola totalmente aberta, IVD, de início, passou longe dela, quando indo em direção ao bebedouro; mas não foi reforçado nessas ocasiões. Aproximações sucessivas foram então reforçadas, quando se relacionavam com a portinhola principal, ao mesmo tempo em que eram entremeadas com novas operações da portinhola auxiliar. A essa altura, o su

jeito passou a emitir poucas respostas e quase nunca levou alimento para os outros marimbondos. Daí ser encerrado o ensaio, deixando indícios animadores.

No ensaio 5 foi feita nova modelagem, a partir do semi-fechamento da portinhola auxiliar. Uma vez reaberta esta, IVD demonstrou ter relacionado o reforço com a portinhola principal: bebia, retornava até diante da portinhola principal, quando então ficava algumas vezes esperando, outras empurrava-a ou simplesmente tocava-a com as patas dianteiras. Já não passava ao largo, mas sempre roçava-a antes de chegar à canequinha. Esporadicamente, empurrava a portinhola nítidamente, até acionar o mecanismo alimentador, mas não repetiu essa resposta por um número seguido de vezes.

Durante o ensaio 6, IVD nenhuma vez bebeu. A atividade da colônia era baixa, com nenhum dos marimbondos deixando sequer o ninho. O desempenho de IVD continuou baixo por quase todo o ensaio 7 (TABELA 3D). O sujeito bebeu poucas vezes e não distribuiu para os demais marimbondos. Outro marimbondo, IRE, voou do ninho e manteve uma atividade exploratória pelas paredes e chão da gaiola 2, até que localizou o bebedouro. IRE bebeu 7 gotas e voou para o ninho. O nível de atividade era intenso na colônia, com os marimbondos visitando constantemente as células, vibrando as asas, revezando-se em posições por sobre o ninho e alguns deixando o ninho em várias direções, seja voando seja andando sobre as paredes da gaiola. Dessa maneira, logo ao chegar ao ninho, IRE foi rapidamente procurado pelos outros marimbondos, distribuindo então o alimento. Imediatamente após, IRE voou de novo para o bebedouro. Depois de penetrar no carrinho IRE caminhou em direção à canequinha. Nesse momento, o experimentador foi vagarosamente fechando a portinhola auxiliar, fazendo com que IRE se desviasse ligeiramente a fim de contorná-la. Desse modo, quando IRE chegou à canequinha, a portinhola auxiliar esta-

va semi-fechada, ou seja, na posição normalmente exigida para o processo de modelagem, Assim, IRE, entre as duas portinholas, tinha de forçosamente estabelecer contato com a portinhola principal. A seguir, enquanto IRE sugava a fota da canequinha, o experimentador deslocou o carrinho para mais adiante, até uma posição tal que a portinhola principal repousasse inclinada por sobre o tronco do animal.

Terminada a gota, IRE retornou até diante das portinholas. O carrinho foi puxado para trás até descobrir a canequinha. Novamente, o carrinho foi adiantado de modo a deixar a portinhola principal inclinada em contato com o dorso do marimbondo. O pequeno peso da portinhola e a relevância da atividade de beber, que o sujeito empreendia naquele momento, podem explicar porque IRE não se assustou com o deslocamento e o apoio da portinhola sobre seu corpo.

Bastaram essas situações para que as vezes subsequentes, após IRE recuar ao terminar a gota, não fosse mais preciso levar o carrinho para trás afim de mostrar a canequinha: IRE agora já entrava esbarrando na portinhola principal, de modo que enquanto bebia, a portinhola se apoiava inclinada, como nas situações iniciais, sobre seu tronco. A portinhola auxiliar foi aberta aos poucos e ao fim de outras poucas gotas bebidas, IRE já associara portinhola principal com o reforço. Ao final do ensaio, e com aproximadamente 1 hora de treinamento, IRE já emitia respostas irregulares de pressionamento da portinhola, estando a portinhola auxiliar totalmente aberta.

Durante o ensaio 8, foi feita nova modelagem, com a portinhola auxiliar semi-fechada. IRE chegou a pressionar algumas vezes a portinhola principal, de maneira clara e com intensidade bastante para acionar o mecanismo automático de liberação de alimento. Mas voltou, em seguida, a um desempenho irregular. As respostas irregulares de pressionamento com intensidade insufi-

ciente ou alta variabilidade topográfica continuaram no decorrer dos ensaios 9 e 10 (TABELA 3E), mesmo com uma nova modelagem feita neste último ensaio.

No ensaio 11, a topografia da resposta apresentava duas variedades bem distintas: ora o sujeito, após beber, saía até o lado anterior da portinhola principal, correspondente à entrada do carrinho e, sustentando-se sobre as patas traseiras, elevava o corpo e empurrava a portinhola principal com as patas dianteiras; ora o sujeito, mantendo-se frente à face posterior da portinhola principal, correspondendo ao lado que dava para a canequinha, sustentava-se sobre as patas traseiras e, elevando o corpo, envolvia a portinhola principal com as patas dianteiras e puxava-a. Ao acontecer o barulho produzido pelo relé do alimentador, IRE deixava a portinhola e ia direto beber.

Logo após IRE ter conseguido um padrão regular de pressionamento da portinhola, na posição 5, e levando-se em conta a variedade apresentada na topografia da resposta, o carrinho foi mudado para a posição "X", no final da escala graduada. Nessa situação, a porta de vedação foi deslocada de uma abertura para outra do carrinho, de modo que o acesso à portinhola se fazia agora pela abertura que antes representava a parte de trás do carrinho. IRE, sem precisar muito tempo ou qualquer outra modelagem, passou pela canequinha, onde tentou beber, andou até o carrinho, entrou e foi direto até a portinhola principal, tocou-a e voltou de novo até a canequinha. Não conseguindo água, retornou de imediato até a portinhola principal, puxou-a o suficiente para acionar o mecanismo e ao barulho do relé do alimentador, deixou a portinhola e voltou até a canequinha, onde bebeu. A partir daí bebeu repetidas vezes, descrevendo essa sequência, sendo conseguido um quadro bem definido e regular dessa resposta no decorrer dos três ensaios seguintes (TABELA 3F). Estes ensaios (13, 14 e 15) foram justamente efetuados com o fi

to de se obter uma estabilização na resposta desejada, onde se verificariam a frequência do pressionamento, a intensidade com que o sujeito premia a portinhola e que deveria ser suficiente para disparar o alimentador, a topografia da resposta e a sequência das operações realizadas por IRE: andar até a portinhola, puxá-la, andar de volta até a canequinha e beber.

No ensaio 16, o carrinho de modelagem foi colocado no outro extremo da escala graduada, ou seja, na posição "0", sendo a porta de vedação da entrada do carrinho recolocada em seu lugar normal. IRE apesar de não apresentar grandes dificuldades para encontrar o carrinho na nova posição, tentou primeiramente sair do carrinho pelo lado habitual. Não conseguindo, saiu pela nova abertura, encontrou a gota e bebeu. Após ficar parado alguns instantes, mas com antenas levantadas e movimentos de membros e cabeça indicando que estava atento à nova situação, IRE entrou no carrinho, foi direto à portinhola, empurrou-a, passou para o outro lado e puxou-a e, após o acionamento do alimentador, tentou sair ainda pelo lado antigo do carrinho. Isso aconteceu mais duas vezes para, daí em diante, IRE demonstrar ter aprendido nova sequência, aparecendo inclusive a resposta de empurrar a portinhola muito mais definida, quanto à sua topografia, que a resposta de puxar.

Os ensaios 17 e 18, a exemplo dos ensaios 13, 14 e 15, foram realizados com a finalidade de se obter uma estabilização da resposta de pressionamento.

No ensaio 19, vários indícios anunciavam o declínio da colônia: não havia mais ovos ou larvas; o ninho se apresentava semi-destruído, com pequenos pedaços no chão; os marimbondos, na maior parte do tempo, estavam fora do ninho, mostravam cada vez menos atividade e alguns exibiam sinais de debilidade física, como pontas de asas partidas. Com essas observações, os experimentos com o ninho 4 foram encerrados. Mas é interessante regis-

trar a atividade que predominou em IRE durante este ensaio. IRE chegou a beber algumas gotas, empurrando a portinhola, com o carrinho em "0". Porém, não voou para o ninho afim de passar a água, mesmo porque não havia marimbondos lá, na maioria do tempo. Gradativamente, IRE foi deixando de sugar o líquido da canequinha, embora continuasse todo o tempo dentro do carrinho: mesmo com água na canequinha, subia na portinhola, andava por ela, às vezes parava e assim ficava grande tempo, coçando-se ou não. Outras vezes fixava-se por algum tempo em outras partes do carrinho: paredes, chão. Por último, acomodou-se por sobre o tubo de plástico condutor do feixe luminoso e, por todo o tempo em que ali esteve, mantinha uma das patas traseiras em permanente contato com a portinhola principal, que movimentava levemente de vez em quando. Parecia ter escolhido um lugar ou território, assim como outros marimbondos estavam naquele momento, uns no ninho, outros nas paredes de vidro da gaiola.

As TABELAS 4A, 4B e 4C mostram os acontecimentos relativos ao ninho 8, nas diferentes etapas de experimento. As fases de localização e treino de bebedouro demandaram os dois primeiros ensaios, ao término dos quais o carrinho de modelagem já se encontrava na posição 5,5. Durante o ensaio 3, procedeu-se, então, a modelagem, que seguiu fielmente os passos normais prescritos: fechamento gradativo da portinhola auxiliar, até a associação portinhola/água, por parte do sujeito; depois, nova rotação gradual da mesma portinhola, até ficar completamente aberta; reforçamento das situações que levavam, por aproximações sucessivas, ao comportamento final pretendido. Num intervalo de tempo de aproximadamente 2 horas, o sujeito experimental 1VD foi modelado convenientemente, de maneira a satisfazer os critérios I e III. Significa dizer que emitiu a resposta de pressionamento da portinhola principal, segundo um padrão regular, com o carrinho de

modelagem tanto na posição "5,5" como na posição "0".

Em virtude de IVD emitir poucas respostas no início do ensaio 4, sem inclusive levar água açucarada para os demais marimbondos, foi tentada nova modelagem, reconduzindo-se o carrinho até a posição 5,5, enquanto a portinhola auxiliar permanecia aberta. O nível de pressionamento com liberação de água aumentou. De uma maneira geral, porém, a frequência continuou abaixo da obtida no dia anterior.

No ensaio 5, após IVD beber algumas vezes, o carrinho foi levado da posição 5,5 para "0". IVD passou então a apresentar um ótimo desempenho: penetrava no carrinho, dirigia-se à portinhola, pressionava-a nitidamente e voltava até a canequinha para beber.

O ensaio 6 durou apenas 30 minutos, nos quais IVD efetuou poucas idas à fonte, bebendo poucas gotas em cada voo. Considerados atingidos os objetivos, e com as primeiras mostras de decadência da colônia, os experimentos foram então encerrados com aquele ninho.

3.2. - Curvas obtidas

Os GRÁFICOS 1A a 6B representam os dados das TABELAS 5, 6 e 7, relativas ao ninho 4. Essas tabelas contêm o número de gotas bebidas por IRE através dos ensaios realizados, assim como o número de voos que efetuou entre ninho e bebedouro e o número de respostas de pressionamento da portinhola principal, com liberação automática de alimento. As duas primeiras categorias, quais sejam, a de voar do ninho ao bebedouro e a de beber a água açucarada da canequinha do bebedouro, foram escolhidas por estarem intimamente associadas com a atividade de pressionamento da portinhola principal, que representa o comportamento fi-

nal desejado ao término do processo de condicionamento. Ao lado de cada escore foram colocados a fase em que se encontrava o experimento e os procedimentos de condicionamento usados àquela altura, para uma melhor visualização do processo. Os ensaios foram convertidos em minutos e cada escore foi então dividido pela duração total do ensaio correspondente. Procurou-se encontrar assim, uma equivalência entre os diversos treinos, minimizando o problema de terem todos durações diferentes.

As curvas 1A, 1B e 3A, 3B, apresentam aspecto semelhante. Assim como o número de gotas bebidas, o número de vôos cresceu, a partir do segundo ensaio com 1RE, quando se obteve a resposta de pressionamento de acordo com o critério I. Esses escores continuaram subindo durante os ensaios de estabilização, com exceção do ensaio 11, onde o nível de respostas novamente baixou. No ensaio 12, no qual o sujeito passou a responder com o carrinho em "X", os escores de novo subiram, mantendo-se então relativamente constantes até o momento de ser exigido um novo critério de pressionamento, no ensaio 16. Os valores do número de gotas e de vôos decaíram, então, daí para o ensaio 17. No próximo ensaio a curva ascendeu novamente, para em seguida atingir seu mais baixo valor no último período de treinamento.

Os GRÁFICOS 5A e 5B têm disposição similar a dos gráficos referentes ao número de gotas, executando-se os dois primeiros ensaios. Isso é compreensível se considerarmos que, a partir do ensaio 8, cada gota bebida correspondia a um acionamento automático do mecanismo alimentador, o que só era possível com o pressionamento da portinhola pelo sujeito. Desse modo, a subida dos escores de pressionamento, de zero no primeiro ensaio até 22 no ensaio 8, indica o momento de aquisição da resposta desejada.

As curvas 2A, 2B e 4A, 4B, ilustram o número de gotas e de

vãos por minuto. Nota-se um acréscimo de desempenho nos ensaios 8, 12 e 16 que correspondem às sessões onde foram conseguidos os três diferentes critérios, I, II e III, respectivamente. Nas sessões subsequentes a cada um dos critérios, o desempenho diminuiu e se manteve com pouca oscilação, até que ao sujeito se requeresse a resposta dentro de uma nova exigência, quando então tornou a aumentar. No ensaio 18, o nível de resposta ultrapasou inclusive o de ensaio 16, no qual se atingira o critério III, para em seguida cair durante o derradeiro treino. É bom lembrar que essa sessão contou com apenas 75 minutos de treinamento, com o ninho apresentando já sinais de declínio, o que pode explicar o baixo rendimento.

Nas curvas de pressionamento por minuto, 6A e 6B, o aspecto é semelhante ao das curvas de número de gotas, executando-se os ensaios 7 e 8. O desempenho aumentou desde zero no primeiro desses ensaios até 0.21 no ensaio 8, mostrando a ocasião onde a resposta de pressionamento foi adquirida, a exemplo do que ocorreu com os gráficos de pressionamento, 5A e 5B.

Analogamente ao que sucedeu em relação ao ninho 4, os gráficos 7A a 12B representam os dados sumarizados nas TABELAS 8, 9 e 10, concernentes ao ninho 8. Em 7A e 7B, o número de gotas no ensaio 2 apresentou um pequeno acréscimo em relação ao ensaio 1, para em seguida cair ligeiramente, no terceiro ensaio. O ensaio 4 é marcado por uma queda no desempenho, logo após o sujeito ter atingido os critérios esperados, no ensaio 3. Nova modelagem foi efetivada, resultando num alto rendimento durante o ensaio 5. O baixo nível de respostas encontrado no ensaio 6 pode ter decorrido da pequena duração do treinamento nesse dia. Os gráficos de gotas por minuto, 8A e 8B, seguem evolução semelhante a dos gráficos 7A e 7B: aumento de desempenho no segundo ensaio, decréscimo a partir daí, até o ensaio 4; depois, novo acréscimo durante o ensaio 5, seguido de diminuição na última

sessão.

Em 9A e 9B, o número de vôos, após permanecer constante através dos ensaios iniciais de treino de bebedouro, cresceu no ensaio 3 e atingiu seu valor máximo no ensaio 4. Começou desse ponto, a decrescer, vindo a alcançar o menor valor no último ensaio. Os GRÁFICOS 10A e 10B, relativos ao número de vôos por minuto, só não diferem dos gráficos 9A e 9B no tocante aos ensaios 1 e 2, durante os quais o desempenho também se manteve constante. Partindo daí, porém, o nível de respostas tende a decrescer, chegando ao seu valor mínimo no ensaio 4, contrariamente ao que aconteceu com os gráficos 9A e 9B. Naqueles gráficos, o alto número de vôos é natural, se lembrarmos que o ensaio 4 teve uma extensa duração, abrangendo um período de tempo equivalente quase ao dobro do emprestado aos demais ensaios. Proporcionalmente à duração dos outros treinamentos, porém, o ensaio 4 foi o que apresentou o menor número de vôos; e essa equivalência necessária entre sessões, que são diferentes por sua duração, foi o que a divisão por minuto pretendeu mostrar.

As curvas 11A, 11B e 12A, 12B, apresentam pontos em comum. Primeiramente, o nível de respostas, que era zero nos dois ensaios iniciais, mostrou um acréscimo durante o ensaio 3, significando esse aumento o momento de aquisição da resposta de pressionamento da portinhola. Do mesmo modo, um novo aumento aconteceu do ensaio 4 para o 5, quando se considerou então a resposta de pressionamento firmemente estabelecida. Em seguida houve um decréscimo nas respostas, durante o ensaio 6. Uma diferença entre os dois gráficos faz-se, porém, notar: enquanto o número de pressionamentos aumentou do terceiro para o quarto ensaio, o de pressionamentos por minuto diminuiu e novamente se poderia invocar a duração diferente dos treinamentos como causa provável dessa ocorrência.

4 - DISCUSSÃO

Os resultados apresentados evidenciam a ocorrência de aprendizagem instrumental em Polistes canadensis. Com o equipamento empregado e os procedimentos usados de acordo com os princípios de condicionamento operante, são necessários relativamente poucos ensaios, até que um marimbondo exiba a resposta de pressionamento da protinhola com um padrão regular de frequência e com uma topografia bem definida. Como indicam as tabelas 3D e 4B, foram necessários apenas 2 ensaios com 1RE (ninho 4) e 1 ensaio com 1VD (ninho 8), para que se conseguisse o operante desejado. As sessões posteriores trataram apenas de estabilizar essa resposta, perfazendo totais de 5 e 3 ensaios, até a efetivação do critério esperado nos ninhos 4 e 8, respectivamente.

O procedimento de condicionamento, como um todo, mostrou-se adequado. Para estudos posteriores, entretanto, algumas sugestões podem ser apontadas.

Até localizarem o bebedouro pela primeira vez, por exemplo, os sujeitos podem gastar muito tempo explorando a caixa 2. Uma maneira de abreviar o tempo de localização seria arranjar para que, partindo do ninho, o vôo do marimbondo explorador convergisse naturalmente para o bebedouro, o que poderia ser feito através de um formato adequado da gaiola 2.

Pesquisas futuras devem atentar para uma homogeneização das durações dos ensaios. Igualar os períodos de treinamento concorreria para aperfeiçoar o processo de condicionamento e prevenir variações nos resultados, que pudessem decorrer da não consideração de alguns fatores relevantes ou da não padronização de procedimentos. Uma providência seria adotar uma espécie de protocolo de registro que fixasse de antemão a duração de cada treinamento, além de ser dividido em intervalos de

tempo adequados o bastante para permitirem a observação das categorias importantes e das operações devidas. Tal uniformização de procedimento deve cuidar, entretanto, para não tirar o cunho de improvisação que às vezes se faz necessário, como aconteceu por exemplo, no ensaio 7 do ninho 4, onde a aquisição da resposta de pressionamento por IRE de deveu mais à habilidade do experimentador do que à observância estrita das etapas de moldagem previstas.

O fato de IRE ter encontrado o bebedouro com o carrinho de modelagem na posição 5 da escala graduada, indica que as etapas de localização e treino de bebedouro podem ser efetivadas já com o carro nessa posição, o que abreviaria o processo de condicionamento.

Quanto à modelagem da resposta, propriamente dita, é fácil de ser conseguida. As operações com a portinhola auxiliar parecem suficientes, na maioria dos casos, para permitir uma associação entre o reforço e a portinhola principal. A portinhola principal parece constituir um operandum apropriado, tendo em vista as possibilidades estruturais do organismo dos marimbondos, com sua capacidade de levantarem-se sobre as patas traseiras e manipularem objetos com as dianteiras. A disposição vertical da portinhola principal e a pequena pressão necessária para movimentá-la, resultaram em que os sujeitos não apresentassem quaisquer dificuldades em empurrá-la. Dews (1959) já demonstrara que os procedimentos operantes eram recomendáveis com os invertebrados mais evoluídos, tais como artrópodos e moluscos, pelo fato de possuírem uma estrutura que permite a manipulação de objetos. A capacidade manipulativa é, segundo Dethier e Stellar (1970), uma das principais aquisições evolutivas que asseguram aos insetos, especialmente os himenópteros - dos quais fazem parte os Polístes -, um repertório de comportamento mais rico que o de qualquer outro invertebrado.

São concebíveis, portanto, as inúmeras situações em que esses sujeitos tenham de fazer uso dessa habilidade para, entre outras coisas, puxar ou empurrar possíveis obstáculos do meio onde se encontram, que dificultem o acesso a requisitos vitais à sua sobrevivência. Nesse sentido, puxar ou empurrar tornam-se operantes passíveis de serem exigidos do repertório comportamental dos sujeitos. Conforme verificado ao longo dos trabalhos, a resposta de empurrar é mais definida topograficamente e por isso deve ser preferida em estudos posteriores.

Quanto à situação experimental, devem ser considerados alguns fatores relacionados com a manutenção dos animais em laboratório. Primeiramente, a atividade de vôo pôde ser efetuada sem maiores restrições, contando os marimbondos com espaço amplo bastante para realizarem seus vôos de reconhecimento e busca de alimento. O fato de terem sido escolhidos ninhos com indivíduos em todos os estágios, desde ovo até pupa, e a observação de que a oviposição tenha continuado em laboratório, fazem supor que a situação experimental não tenha exercido efeitos drásticos restritivos sobre o desenvolvimento dos ninhos. Uma sugestão seria comparar a duração e evolução dos ninhos, na natureza e em laboratório. Existe ainda a possibilidade de que, uma vez aprendido o local do bebedouro, e estando o ninho preso à gaiola, se possa abrir esse compartimento, colocando-o em comunicação com o meio exterior ao laboratório, à semelhança da situação estabelecida por Pessotti (1972), quando estudava a resposta de pressão-à-barra em abelhas. As etapas seguintes do processo de condicionamento prosseguiriam a partir daí. Isso tenderia a amenizar possíveis efeitos da situação de laboratório e exigiria estudos comparativos entre a dieta usada e o néctar encontrado nas flores e frutos naturais, quanto ao teor de açúcar e a quantidade bebida. A variação na concentração de açúcar e na capacidade da canequinha coletora, possibilitaria

o controle, em laboratório, das principais características do reforço doado aos sujeitos.

Os experimentos foram realizados a temperatura normal de laboratório, que variou entre 21 e 27 °C. Em geral, os marimbondos apresentaram menor atividade nos dias frios e chuvosos. Nos dias muito quentes, aumentava o número de vôos à fonte. Os dois ninhos sobre os quais se concentram os dados obtidos, foram trabalhados em estações diferentes: o ninho 4 durante o inverno e o ninho 8 durante o verão. Torna-se difícil ver uma dessas estações como mais recomendável para estudos de aprendizagem, sendo preferível corroborar a observação geral de atividade dos Polistes canadensis durante todo o ano (Evans e Eberhard, 1973).

Conquanto possam representar pontos a serem abordados em outros estudos, as observações alinhadas não desmerecem a manutenção dos ninhos em laboratório. Pelo decorrer dos trabalhos e as razões apresentadas acima, pode-se seguramente afirmar, que tal situação não exerceu influência restritiva direta sobre os sujeitos empregados, pelo menos no que se refere especificamente à resposta de pressionamento exigida. Sem emprêgo possibilitou inclusive, através do manuseio da porta de separação entre as gaiolas G1 e G2, duas principais conveniências: delimitação nítida das sessões experimentais e atuação sobre a privação.

No que concerne a este último item, não se conseguiu estabelecer uma correlação entre o nível de privação e o desempenho. Os diferentes escores obtidos sob diferentes privações não autoriza derivar uma relação estrita entre esses dois fatores. Nas tabelas relativas ao ninho 4 (5A a 5F), por exemplo, existem ensaios com até 17 horas de privação, ou seja, menos de 1 dia entre um e outro treinamento, e que correspondia, em última análise, ao período noturno. Entretanto, apesar dessas

aparentes baixas privações, encontram-se ótimos desempenhos por parte de IRE, como aconteceu nos ensaios 8, 12 e 16. Por outro lado, períodos de alta privação nem sempre foram acompanhados de alto rendimento, como ocorreu por exemplo no ensaio 7, onde mesmo privado durante 92 horas, IVD bebeu poucas gotas e não passou para os demais marimbondos, até ser substituído por IRE na tarefa de busca de alimento.

Parece, portanto, que estudos visando esclarecer a influência da privação devem levar em conta outras características que, ocorrendo conjuntamente, podem ser significativas para o desempenho dos sujeitos. A resposta de buscar água ou alimento transcende o âmbito puramente individual. Os Polistes buscam água para beber e fornecer às larvas, além de usá-la na construção e na regulação da temperatura do ninho (Rau, 1931). Da mesma maneira, o alimento reduz uma necessidade, não somente do indivíduo explorador, como também e prioritariamente, de toda a colônia, incluindo-se aí os outros marimbondos adultos e as larvas. O líquido adocicado pode também ser depositado nas paredes das células do ninho, a fim de promover, com a contínua evaporação da água, um armazenamento de açúcar duro, que pode ser útil em ocasiões futuras (Evans e Eberhard, 1973). Ademais, conforme assinalou Pardi (1948), a procura e distribuição de alimento são tarefas executadas predominantemente pelos indivíduos de menos "status" social. Revestem-se, por conseguinte, de significações sociais vinculadas a questões de hierarquia e organização da colônia.

Além disso, podem ocorrer situações análogas à caracterizada durante o último ensaio com o ninho 4. O ninho entrara já em declínio, restando vazio quase todo o tempo, rito e sem larvas. Daí não existirem mais os apelos sociais ou de satisfação de necessidade da prole e outros adultos, que justificassem a procura do carrinho, por IRE. De mais a mais, lembre-se o

próprio comportamento de IRE: acomodou-se em setores tais do carrinho, de modo a manter contato corporal com a portinhola, mas sem uma finalidade manifesta de aumentar o número das poucas gotas bebidas até então, apesar de contar com uma gota disponível e de ter ainda intacta a resposta de pressionamento.

Devem, pois, existir fatores outros que a privação, pura e simples, a intervirem sobre a resposta de pressionamento da portinhola. A não consideração desses fatores pode tornar perigosa qualquer tentativa imediata de correlacionar o papel, a quantidade e mesmo o tipo de privação, com o desempenho dos sujeitos estudados.

Em relação aos gráficos apresentados, pode-se notar que, de uma maneira geral, houve um aumento de desempenho dos dias em que os sujeitos alcançavam alguns dos critérios pré-fixados. Em seguida, os escores caíam e mantinham uma oscilação relativamente baixa nos ensaios posteriores dedicados a uma estabilização da resposta. Mas isso nem sempre acontecia. Às vezes, como por exemplo no ensaio 4 do ninho 8, enquanto decresce o número de gotas bebidas, o número de vôos aumenta. As irregularidades encontradas podem ser explicadas pelo fato de terem os ensaios durações diferentes. Nem mesmo a tentativa de homogeneizar essas durações, através da divisão dos escores pela duração total dos ensaios, permite uma comparação eficaz entre as curvas. Considerando-se as categorias de número de gotas e de número de vôos como intimamente relacionadas, no sentido de que a cada vôo até a fonte corresponde um número tal de gotas, determinado pela capacidade orgânica do animal, era de se esperar que a um aumento ou diminuição de uma delas a outra aumentasse ou diminuísse também. Porém isso não sucede, pelo menos, nos gráficos 8A e 10A, pois enquanto o número de gotas por minuto e de vôos por minuto aumentam do ensaio 4 para

o ensaio 5, no ensaio 6 há um decréscimo da primeira categoria, ao passo que a segunda aumenta.

Quanto às curvas de pressionamento e de pressionamento por minuto, sua disposição é semelhante a apresentada nos gráficos de gotas e gotas por minuto. Isso decorre de que, a partir do momento em que os sujeitos adquirem a resposta operante desejada (ensaio 8 para o ninho 4 e ensaio 3 para o ninho 8), cada gota fica na dependência do pressionamento da portinhola. Essas curvas de pressionamento ou pressionamento por minuto significam, em última instância, as curvas representativas da aprendizagem dos sujeitos utilizados. Pode-se notar, pelos gráficos de frequências acumuladas, que tais curvas variam muito em sua aceleração, nos diversos ensaios sucessivos, o que torna difícil uma comparação com uma curva típica de aprendizagem.

A esta altura, pode-se tentar resumir as principais contribuições do presente trabalho. Primeiramente, evidenciou-se a ocorrência de aprendizagem instrumental em Polistes canadensis. Equivale dizer que tais sujeitos são capazes de modificar seu comportamento em função das consequências de sua ação no meio. Isto se reveste de importância no momento em que confirma a variabilidade comportamental desses himenópteros, podendo torná-los interessantes como sujeitos de pesquisa, ao diminuir o halo de estereotipia e dependência quase estrita de estímulos, com o qual os insetos costumam ser colocados na escala zoológica.

Em segundo lugar, mostrou-se o condicionamento operante como uma técnica perfeitamente viável para estudos de aprendizagem com os invertebrados usados. É bom lembrar que estas duas realizações levantadas, não justificam uma asserção de generalização das leis de aprendizagem. Como indicam os dados, a resposta de pressionamento foi obtida num tempo relativamente

curto, demandando poucos ensaios. Pode ser, portanto, que a resposta tenha sido aprendida por constar do repertório do animal, numa região que a aproxime das respostas "preparadas", no continuum de "preparação" proposto por Seligman (1970). Ou, lembrando Bolles (1973), com seu Princípio de Associação Seleva teria sido escolhida uma resposta entre aquelas que são, simplesmente, passíveis de serem aprendidas por esses sujeitos, em contraste com outras, que não o são. É de se perguntar, por exemplo, do sucesso de um empreendimento que tentasse modificar o padrão de atividades como construção de células do ninho e o regurgitamento para alimentação das larvas.

Além disso, as curvas acumuladas de ~~pressionamento~~, representativas da aprendizagem dos sujeitos utilizados, mostraram variações na aceleração durante os ~~treinamento~~ consecutivos, de modo a dificultar uma eventual ~~compara~~ção como uma curva típica. Uma tal comparação, entretanto, preferivelmente a se constituir no objetivo principal de um trabalho de aprendizagem, deve suscitar algumas questões. Uehue e Corning (1975) e Lockard (1973), alertam contra o ~~perigo~~ de se cair num viés antropocêntrico, quando se deseja, a partir na noção de escala filogenética, que vai do simples ao complexo e coloca o homem no ápice, estabelecer comparações entre espécies diferentes. Aproximam-se de outros autores já citados, como Hinde (1973), Seligman (1970) e Bolles (1973), e propõem a adoção de uma estratégia múltipla que explorasse a plasticidade comportamental com base em diversos critérios e caracteres, tais como dados biológicos, evolucionários e até ecológicos. São esses caracteres que fazem os animais qualitativamente diferentes de espécie para espécie. A discussão sobre uma tal estratégia foge aos propósitos desta Tese. Emerge, porém, o cuidado que se deve ter quanto a uma possível tendência a ver legitimada a curva de aprendizagem peculiar dos Polistes canadensis somente por com

paração com a curva padrão do rato branco.

Finalmente, foram traçadas algumas considerações, visan - do aperfeiçoar aspectos relativos, principalmente: - ao pro - cedimento, pela uniformização da duração dos ensaios e a pos - sibilidade de abreviatura do processo de condicionamento, com a supressão de etapas iniciais; - à situação experimental com a sugestão de estudos no ambiente natural dos sujeitos que vi - essem ajudar sua manutenção em laboratório; - a outros fatores relevantes, tais como efeitos de privação e de concentração e quantidade da dieta usada.

Este trabalho não pretende estar completamente acabado. Porisso, os pontos acima foram delineados como sugestões que poderiam, se incorporadas a eventuais estudos posteriores, a - largar o campo das investigações, e possibilitar o tratamento de outras questões, como resistencia a extinção, recuperação espontânea e esquemas de reforço, entre tantas. O APÊNDICE I traz um filme em super-8, que ilustra o desempenho dos sujei - tos usados durante o processo de condicionamento, e reforça os dados aqui arrolados.

TABELA 1 - Quadro geral do total de ninhos usados e resultados alcançados.

NINHO	Nº DE SUJEITOS (INICIAIS)	DURAÇÃO DO NINHO		Nº DE ENSAIOS	TIPO DE EXPERIMENTO	RESULTADO ESPERADO	ENSAIOS EFETIVOS ATÉ Atingir CRITÉRIO
		MES/ANO	DIAS				
1	5	17/09/73 a 15/10/73	28	5	pré-experimento	atingido	5
2	7	15/11/74 a 18/02/74	33	5	condicionamento aparato inicial	não atingido	-
3	14	23/04/74 a 30/04/74	7	2			-
4	7	05/06/74 a 16/07/74	41	19		atingido: carro em X e "0"	6
5	5	09/04/75 a 12/05/75	33	6	condicionamento aparato final	atingido: respostas de pressionamento irregulares	3
6	8	09/10/75 a 03/11/75	24	15			6
7	8	06/11/75 a 15/12/75	39	22			17
8	6	18/03/76 a 22/04/76	34	6			3

TABELA 2 - Resultados encontrados nos ninhos submetidos à aparelhagem final

NINHO	SUJEITO	Nº DE ENSAIOS ATÉ ATINGIR CRITÉRIO			Nº DE GOTAS ATÉ ATINGIR CRITÉRIO			MÉDIA DE GOTAS EM CADA VÃO FONTE/NINHO
		ASSOCIAÇÃO PORT./ÁGUA	RESPOSTAS IRREGULARES: CARRO EM "5"	RESPOSTAS CORRETAS CARRO EM X OU "0"	ASSOCIAÇÃO PORT./ÁGUA	RESPOSTAS IRREGULARES: CARRO EM "5"	RESPOSTAS CORRETAS CARRO EM X OU "0"	
4	1RE	1	2	5	20	60	300	5
5	1RD	3	3	-	71	80	-	4
6	1BF	4	6	-	147	147	-	5
7	1AD	17	17	-	170	170	-	4
8	1VD	3	3	3	118	124	232	7

TABELA 3A - Desempenho nos dias de experimento
 NENHO 4 A - localização e treino de bebedouro.

ENSAIOS	DATA	ANO	SUJEITO	PRIVACAO (horas)	ATIVIDADES	REFORÇO	CARETINHO	PORT. AUX.	PASS. AT.M.	CONTADOR	Nº DE GOTAS		
		HORA									P	fac	
1	5/6	74	-		INICIO				-		-	-	
		10:15	-						-		-	-	
		10:20	1VD 1PE		EXPLORADOR G2	MAN.	0	AB	-		-	-	
		11:15	1VD					-		-	-		
6	6/6	74	-		INICIO				-		-	-	
		11:50	-						-		-	-	
		11:52			EXPLORANDO G2				-		-	-	
		11:54							-		-	-	
		14:00			LOCALIZAÇÃO				+		7	-	
		14:06							+		7	14	
		14:11	1VD	24			MAN.	0	AB	+		7	21
		14:20				CONTORNA CARRO				+		7	28
		14:24				PARA BEBER				+		6	34
		14:30								+		7	41
		14:38								+		5	46
		14:42				DESCE PELA FREN				+		7	53
		14:45				TE PARA BEBER				+		3	56

TABELA 3B - Desempenho nos dias de experimento.

NINHO 4 B - treino de bebedouro e modelagem

ENSATO	ANO 74	DATA	HORA	SUJEITO	PRIVAÇÃO (horas)	ATIVIDADES	REFORÇO	CARRINHO	PORT. AUX.	PASS. ALIM.	CONTADOR	Nº GOTAS	
												f	fac
2	6/6		14:55	1VD	24	-	MAN.	0		+		-	56
			14:58							+		4	60
			15:01			NÃO PASSA AOS DEMAIS				-		4	64
			15:10							-		5	69
			15:24			ENCERRADO				-		3	72
3	7/6		9:43	-		INÍCIO	MAN.	3		-		-	72
			10:00	1RD		1RD BEBE				-		2	74
			10:15	LRE		EXPLORANDO G1				-		-	74
			10:23			ENCERRADO				-		-	74
4	11/6		14:05	-	1VD	INÍCIO	MAN.	5.5		AB		-	74
			14:20			INICIO MODELAGEM				+		6	80
			14:25			SAI/ENTRA ESBARRA				+		6	86
			14:34							+		4	90
			14:50			POUCAS RESPOSTAS				+		3	93
			15:20							-		1	94
			16:00							+		-	94

TABELA 3C - Desempenho nos dias de experimento.
 NINHO 4 B - treino de bebedouro e modelagem.

ENSATO	ANO 74	HORA	SUJEITO	PRIVAÇÃO (horas)	ATIVIDADE	REFORÇO	CARRINHO	PORT. AUX.	PASS. ALIM.	CONTADOR	Nº GOTAS	
											f	fac
5	12/6	10:00	1VD	18	nova modelagem	MAN	5.5	2	+		6	100
		10:05									6	106
		10:08									6	112
		10:12			associação port./água			4			116	
		10:30			associação port./água:			3			119	
		10:42			respostas irregulares			4			123	
		12:00			4			127				
		12:20			1			128				
		12:28			1			129				
		13:00			-			-				
6	14/5	14:50	1VD	24	nao deixou ninho	MAN	5.5	AB	-		-	-
		17:00									-	-

TABELA 3D. - Desempenho nos dias de experimento.

NINHO 4

C - modelagem.

ENSAIO	ANO 74	HORA	SUJEITO	PRIVAÇÃO (horas)		REPOCO	CARPINTO	PORT. AUX.	PASS. ALIM.	CONTADOR	Nº GOTAS		
											f	fac	
7	17/6	12:00	-	92	não passa aos demais	MAN.	5.5	AB	-		-	-	
		15:30	IVD						-		6	6	
		16:00	IRE						IRE localização	+		7	13
		16:30							associação port./água	+		7	20
		16:35							associação: respostas irregulares	+		7	27
		17:00							-		-	27	
8	18/6	10:00		17	início	MAN.	5.5	2	-		-	27	
		10:02	nova modelagem		+					7	34		
		10:08			+					7	41		
		10:11			+					7	48		
		10:19	IRE		critério I: carro em "5"	+		5	53				
		10:24	respostas irregulares		+		7	60					
		10:45			AUT.	AP	+		5	65			
		11:00			-	4010	-	65					
		12:00	encerrado		-	4021	5	70					

TABELA 3E - Desempenho nos dias de experimento

NINHO 4

D - modelagem e estabilização da resposta.

ENSAIO	ANO 74	HORA	SUJEITO	PRIVACÃO (horas)	ATIVIDADE	REFORÇO	CARRINHO	PORT. AUX.	PASS. ALIM.	CONTADOR	Nº GOTAS	
											f	fac
9	19/6	10:40	IRE	20	respostas	AUT.	5.5	AB	-	4021		70
		11:30			irregulares				+	4083	31	101
		12:00			poucas				+	4090	2	103
		15:00			respostas encerrado				-	4128	13	116
10	20/6	10:00	IRE	19	nova modelagem	AUT.	5.5	AB	-	-	-	116
		10:20						2	+	-	6	122
		15:30			respostas irregulares			+	4220	30	152	
		16:10						AB	-	4267	16	168
11	21/6	9:48	IRE	17	início	AUT.	5.5	AB	-	4267	-	168
		10:48			respostas				+	4312	15	183
		16:00			satisfatórias				+	4378	22	205
12	26/6	9:15	IRE	17	início	AUT.	5.5	AB	-	4378	-	205
		9:20			respostas				-	-	1	206
		9:40			satisfatórias				+	-	4	210
		10:00			critério II:				+	-	5	215
		11:15			carro em "X"				+	4544	55	270

TABELA 3F - Desempenho nos dias de experimento

NINHO 4

E - estabilização da resposta.

ENSAIO	ANO 74	DATA	HOPA	SUJEITO	PRIVACÃO (horas)	ATIVIDADE	REFORÇO	CARRINHO	POPT. AIN.	PASS. ALTM.	CONTADOR	Nº GOTAS	
												f	fac
13	27/6	10:55	IRE	29	respostas satisfatórias	AUT.	X	AB	-	4544	-	270	
		17:15							+	4732	62	332	
14	28/6	10:00	IRE	17	respostas satisfatórias				+	4732	-	332	
		18:30							+	4844	54	386	
15	2/7	11:15	IRE	17	respostas satisfatórias	AUT.	X	AB	+	4911	-	386	
		18:15							+	5100	63	449	
16	5/7	13:50	IRE	19	critério III: carro em "0"	AUT.	0	AB	-	5100	-	449	
		18:00							+	5232	44	493	
17	9/7	14:30	IRE	20	respostas satisfatórias	AUT.	0	AB	-	5232	-	493	
		18:00							+	5298	22	515	
18	11/7	12:00	IRE	18	respostas satisfatórias	AUT.	0	AB	-	5299	-	515	
		16:00							+	5454	51	566	
19	16/7	10:00	IRE	18	declínio do ninho	AUT.	0	AB	-	5454	-	566	
		10:45							+	-	5	571	
		11:15							+	-	-	571	

TABELA 4A - Desempenho nos dias de experimento
NINHO 8 A- localização e treino de bebedouro.

ENSAIO	ANO 74	DATA	HORA	SUJEITO	PRIVAÇÃO (horas)		REFORÇO	CAPRINHO	PORT. AUX.	PASS. ALIM.	CONTADOR	Nº GOTAS			
												f	fac		
1	24/3	IVD	19			início	MAN.	0	AB	+		8	-		
												+	8	16	
												+	8	24	
						10:04							+	8	32
						10:40							+	4	36
						10:45							+	8	44
						10:47							-	-	44
10:50															
10:53															
11:25		encerrado													
2	25/3	IVD	20			início	MAN.	3		-		-	44		
												+	9	53	
												+	9	62	
						8:45							+	8	70
						9:00							+	8	78
						9:02							+	9	87
						9:20							-	7	94
						9:22									
9:35															
9:40		não passa - aos demais													
10:15		encerrado													

TABELA 4B - Desempenho nos dias de experimento

NINHO 8 B - modelagem e estabilização da resposta.

ENSAIO	ANO 74	DATA	HORA	SUJEITO	PRIVACÃO (horas)	ATIVIDADE	REFORÇO	CARRINHO	PORT. AUX.	PASS. ALIM.	CONTADOR	Nº GOTAS			
												f	fac		
3	30/3	1VD	30			início	MAN	5.5	2	AB	-		-	94	
													+	8	102
						início modelagem							+	8	110
						associação port. / água							+	8	118
						critério I: carro em "5"							+	6	124
													+	6	130
						respostas satisfatórias	1	+	7	137					
								+	1	138					
						critério III: carro em "0"	0	AB	+	4	142				
									-	-	142				
						não voltou a beber			-	-	142				
									-	-	142				
encerrado			-	142											

TABELA 4C - Desempenho nos dias de experimento
 NINHO 8 C - modelagem e estabilização da resposta

ENSAIO	ANO 76	DATA	HORA	SUJEITO	PRIVACAO (horas)	ATIVIDADE	REFORÇO	CARRINHO	PORT. AID.	PASS. AJIM.	CONTADOR	Nº GOTAS	
												f	fac
4	31/3		8:34	1VD	15	parado no bebedouro poucas respos- tas	AUT	0	AB	-		1	143
			8:38							-		-	143
			8:50							-		1	144
			8:54							-		-	144
			9:45							-	4202	-	144
			10:15							+	9244	14	158
			13:45							+	9291	14	172
5	1/4		11:30	1VD	21	início	AUT	5.5	AB		9291	-	172
			13:00			respostas satisfatórias				+			172
			14:30								9515	74	246
6	2/4		15:30	1VD	25	início	AUT	0	AB	+	9515	-	246
			15:40							+		5	251
			15:45									3	254
			15:50									2	256
			16:00									-	250
			encerrado										

TABELA 5 - Número de gotas nos dias de experimento.
NINHO 4 Sujeito IRE

ENSAIO	FASES DO EXPERIMENTO	CRITÉRIO ATINGIDO	REFORÇO	CARRINHO	PORT. AUXILIAR	DURAÇÃO DO ENSAIO (Min)	Nº GOTAS		GOTAS/MIN	
							f	fac	f	fac
7	localização e modelagem	localização associação	MAN	5.5	AB	300	21	21	0.07	0.07
8		atingido I: "5.5"	MAN/AUT		2/AB	120	43	64	0.36	0.43
9	MODELAGEM E ESTABILIZAÇÃO DA RESPOSTA	estabilização da resposta	AUTOMÁTICO		AB	260	46	110	0.18	0.61
10					AB/2/AB	370	52	162	0.14	0.75
11						372	37	199	0.10	0.85
12		atingido II: "X"			5.5-X	120	65	264	0.54	1.39
13		estabilização da resposta			X	380	62	326	0.16	1.55
14					AB	510	54	380	0.11	1.66
15					AB	420	63	443	0.15	1.81
16		atingido III: "0"				250	44	487	0.18	1.99
17		estabilização da resposta		0	210	22	509	0.10	2.09	
18				240	51	560	0.21	2.30		
19			75	5	565	0.07	2.37			

TABELA 6 - Número de vôos nos dias de experimento
NINHO 4 Sujeito IRE

ENSATO	FASES DO EXPERIMENTO	CRITÉRIO ATINGIDO	REFORÇO	CARPINO	PORT. AUXILIAR	DUPAÇÃO DO ENSAIO (Min)	Nº VÔOS		VÔOS/MIN.	
							f	fac	f	fac
7	localização e modelagem	localização associação	MAN	5.5	AB	300	3	3	0.01	0.01
8		atingido I: "5.5"	MAN/AUT.		2/AB	120	7	10	0.06	0.07
9	MODELAGEM E ESTABILIZAÇÃO DA RESPOSTA	estabilização da resposta	AUTO-MÁTICO		AB/2/AB	260	8	18	0.03	0.10
10						370	9	27	0.02	0.12
11						372	6	93	0.02	0.14
12		atingido II: "X"			5.5-X	120	9	42	0.08	0.22
13		estabilização da resposta			X	380	9	51	0.02	0.24
14						510	9	60	0.02	0.26
15						AB	420	9	69	0.02
16		atingido II: "0"			0	250	7	76	0.03	0.31
17		estabilização da resposta				210	5	79	0.01	0.32
18						240	8	87	0.03	0.35
19						75	1	88	0.01	0.36

TABELA 7 - Resposta de pressionamento da portinhola com liberação de alimento
NINHO 4 Sujeito IRE

ENSAIO	FASES DO EXPERIMENTO	CRITÉRIO ATINGIDO	REFORÇO	CARRINHO	PORT. AUXILIAR	DURAÇÃO DO ENSAIO (min)	PRESS/DISP		PRESS/MIN		
							f	fac	f	fac	
7	localização e modelagem	localização associação	MAN	5.5	AB	180	-	-	-	-	
8		atingido I: "5.5"	MAN/AUT		2/AB	101	22	22	0.22	0.22	
9	MODÉLAGEM E ESTABILIZAÇÃO DA RESPOSTA	estabilização da resposta	AUTOMÁTICO		AB	260	46	68	0.18	0.40	
10						AB/2/AB	370	52	120	0.14	0.54
11						372	37	157	0.10	0.64	
12		atingido II: "X"			5.5→X	120	65	222	0.54	1.18	
13		estabilização da resposta			X	380	62	284	0.16	1.34	
14						510	54	338	0.11	1.45	
15						AB	420	63	401	0.15	1.60
16		atingido III: "0"				0	250	44	445	0.18	1.78
17		estabilização da resposta		210			22	467	0.10	1.88	
18	240	51		518			0.21	2.09			
19			75	5		523	0.07	2.16			

TABELA 8 - Número de gotas nos dias de experimento
NINHO 8 Sujeito IVD

ENSAIO	FASES DO EXPERIMENTO	CRITÉRIO ATINGIDO	REFOPÇÃO	CARRINHO	PORT. AUXILIAR	DURAÇÃO DO ENSAIO (Min)	Nº GOTAS		GOTAS/MIN	
							f	fac	f	fac
1	realização e treino de bebedouro	realização e treino de bebedouro	MAN	0→3	ABERTA	81	44	44	0.5	0.5
2		resposta de entrada no carrinho		3→5.5		90	50	94	0.6	1.1
3	modelagem	associação critério I: carro em "5" critério III: carro em "0"	MAN/AUT	0→5.5	2/ABERTA	105	48	142	0.4	1.5
4		estabilização da resposta	AUTO-MATICO	0→5.5	ABERTA	311	30	172	0.1	1.6
5				0→5.5		180	74	246	0.4	2.0
6				0		30	10	256	0.3	2.3

TABELA 9 - Número de vôos nos dias de experimento
NINHO 8 Sujeito IVD

ENSAIO	FASES DO EXPERIMENTO	CRITÉRIO ATINGIDO	REFORÇO	CARRINHO	PORTAUXILIAR	DURAÇÃO DO ENSAIO (Min.)	Nº VÔOS		Nº VÔOS/MIN	
							f	fac	f	fac
1	localização e treino de bebedouro	localização e treino de bebedouro	MAN	0-3	ABERTA	81	6	6	0.07	0.07
2		resposta de entrada no carrinho		3-5.5		90	6	12	0.07	0.14
3	modelagem	associação critério I: carro em "5" critério III: carro em "0"	MAN/AUT	0-5.5	2/ABERTA	105	8	20	0.06	0.20
4		estabilização da resposta	AUTOMÁTICO	0-5.5	ABERTA	311	13	33	0.04	0.24
5				0-5.5		180	9	42	0.05	0.29
6				0		30	3	45	0.10	0.39

TABELA 10 - Resposta de pressionamento da portinhola com liberação de alimento

NINHO 8 Sujeito IVD

ENSAIO	FASES DO EXPERIMENTO	CRITÉRIO ATINGIDO	REFORÇO	CARRINHO	PORT. AUXILIAR	DURAÇÃO DO ENSAIO (Min)	PRESS/DISP		PRESS/MIN	
							f	fac	f	fac
1	localização e treino de bebedouro	localização e treino de bebedouro	MAN	0→3	ABERTA	81	-	-	-	-
2		resposta de entrada no carrinho		3→5.5		90	-	-	-	-
3	modelagem	associação critério I: carro em "5" critério III: carro em "0"	MAN/AUT	0→5.5	2/ABERTA	105	24	24	0.2	0.2
4		estabilização da resposta	AUTOMÁTICO	0→5.5	ABERTA	311	30	54	0.1	0.3
5				0→5.5		180	74	128	0.4	0.7
6				0		30	10	138	0.3	0.1

GRÁFICO 1 - Curvas de (a) frequencias simples e (b) frequencias acumuladas relativas ao número de gotas bebidas por 1RE (ninho 4) nos diferentes ensaios . Os ensaios de 1 a 6 foram realizados com outro sujeito experimental, 1VD, posteriormente abandonado.

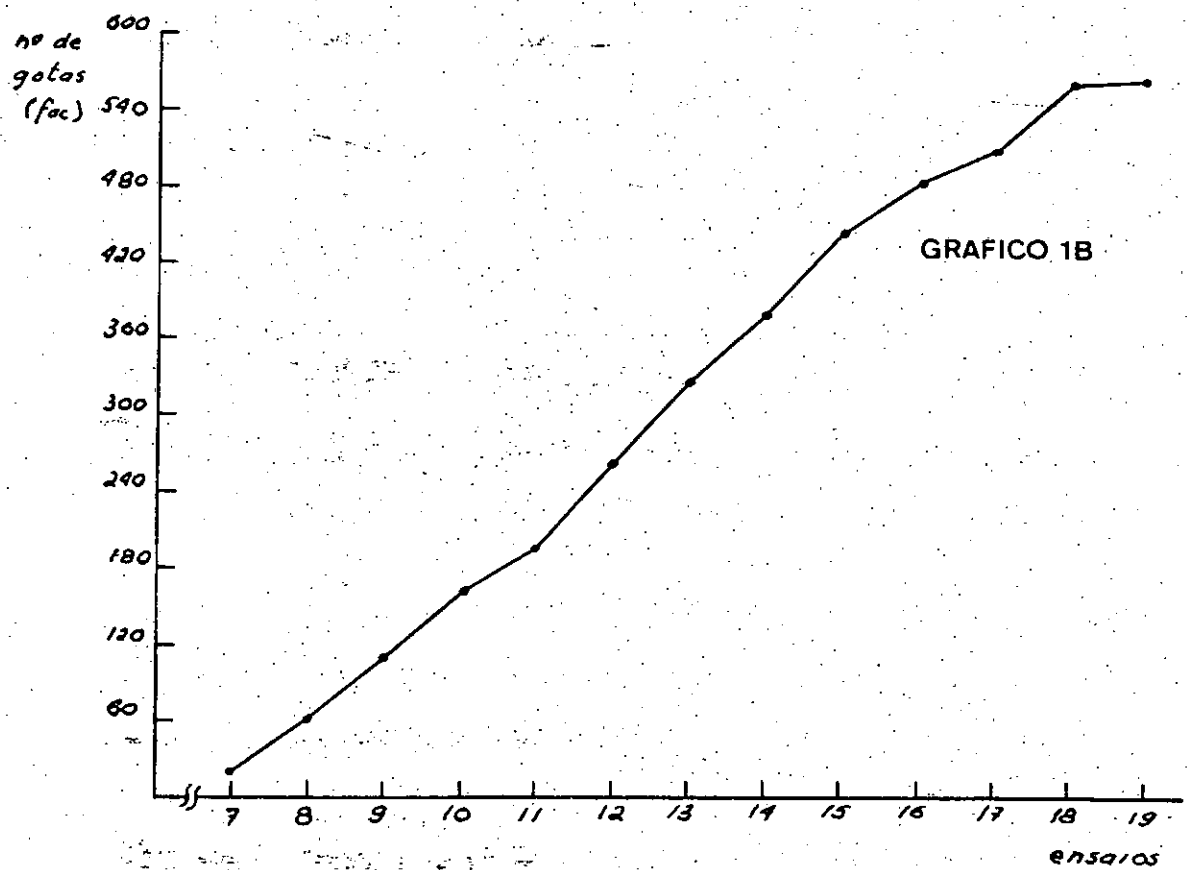
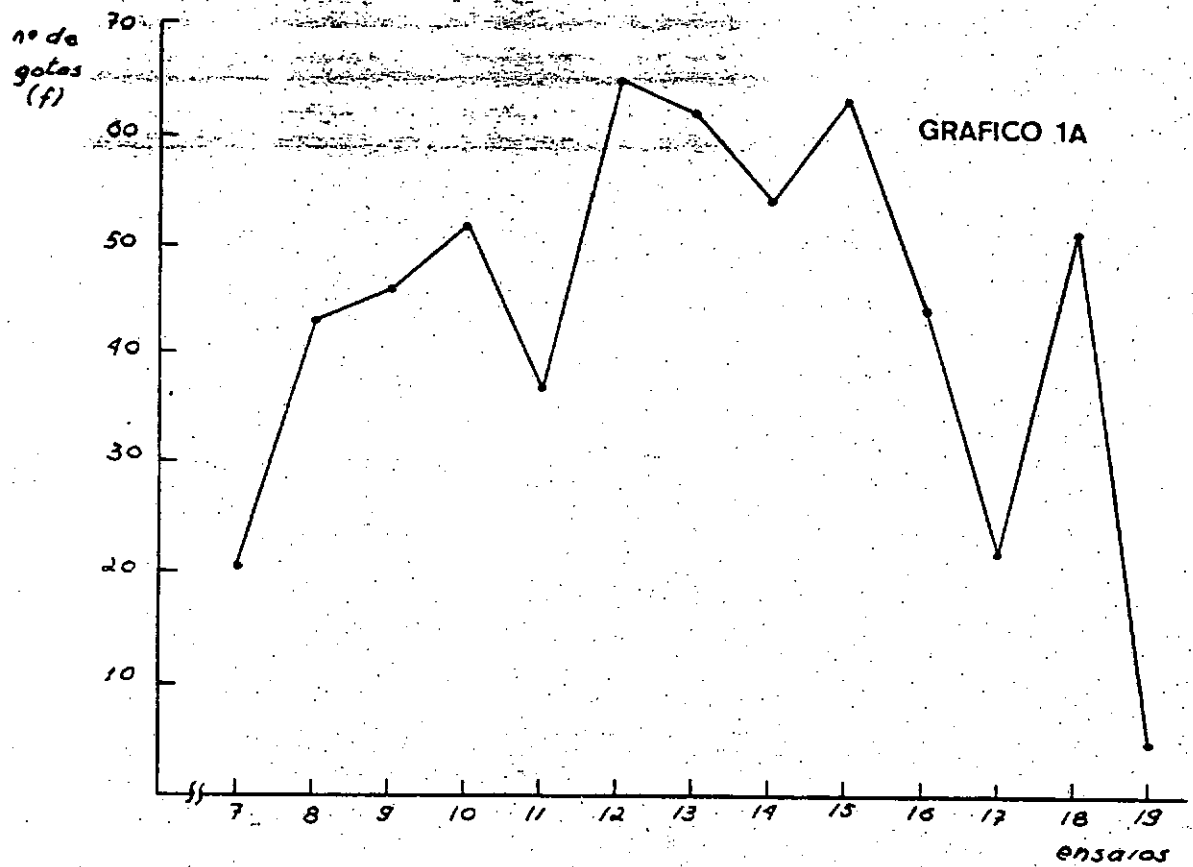


GRÁFICO 2 - Número de gotas por minuto bebidas por IRE nos diferentes ensaios. (a) frequências simples; (b) frequências acumuladas.

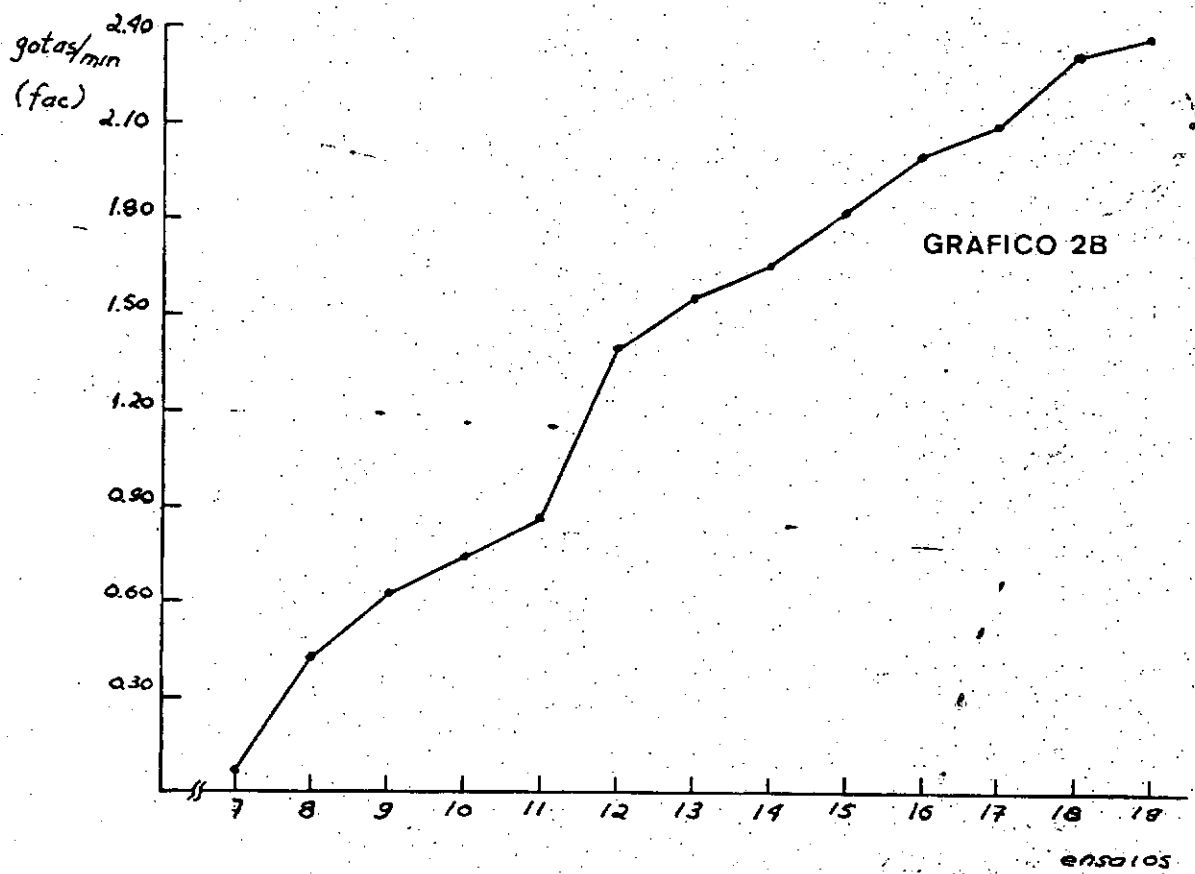
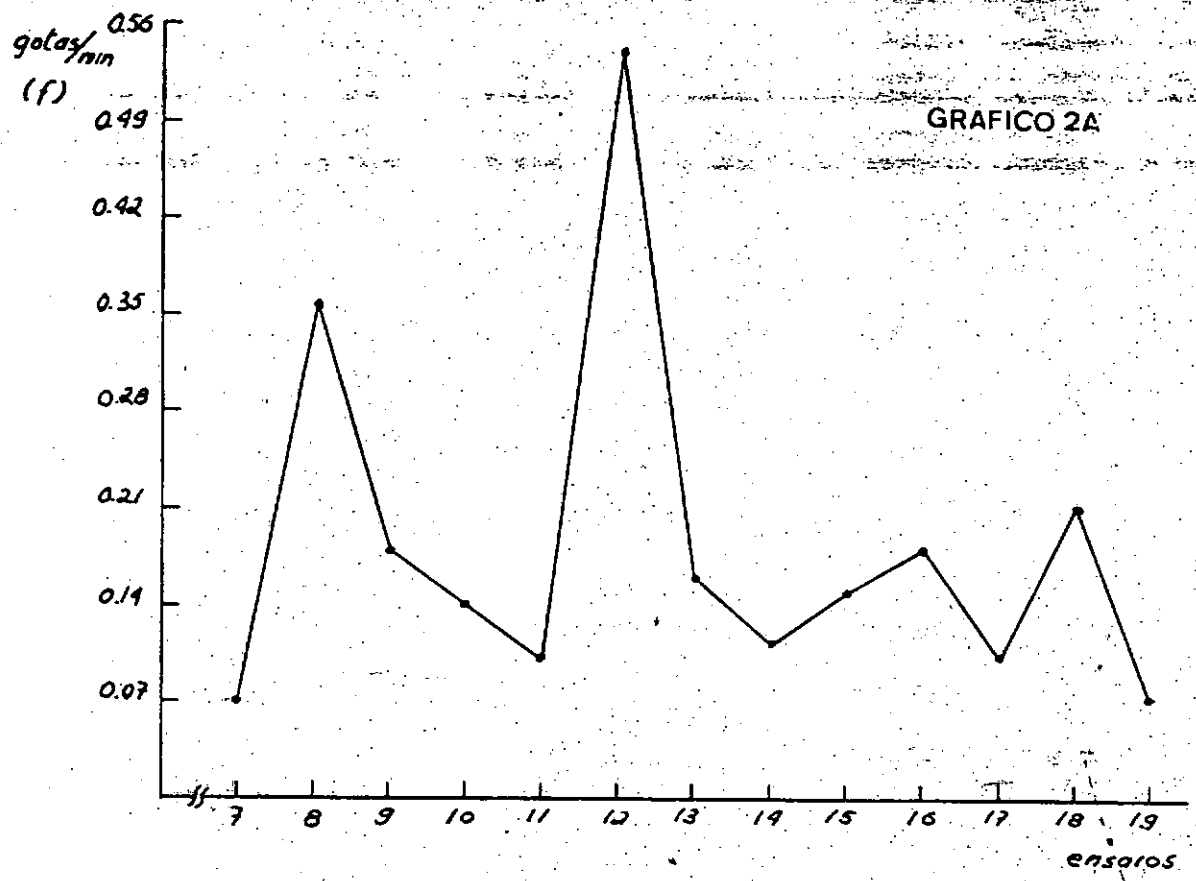


GRÁFICO 3 - Curvas de (a) frequências simples e (b) frequências acumuladas relativas ao número de vôos realizados por IRE nos diferentes ensaios.

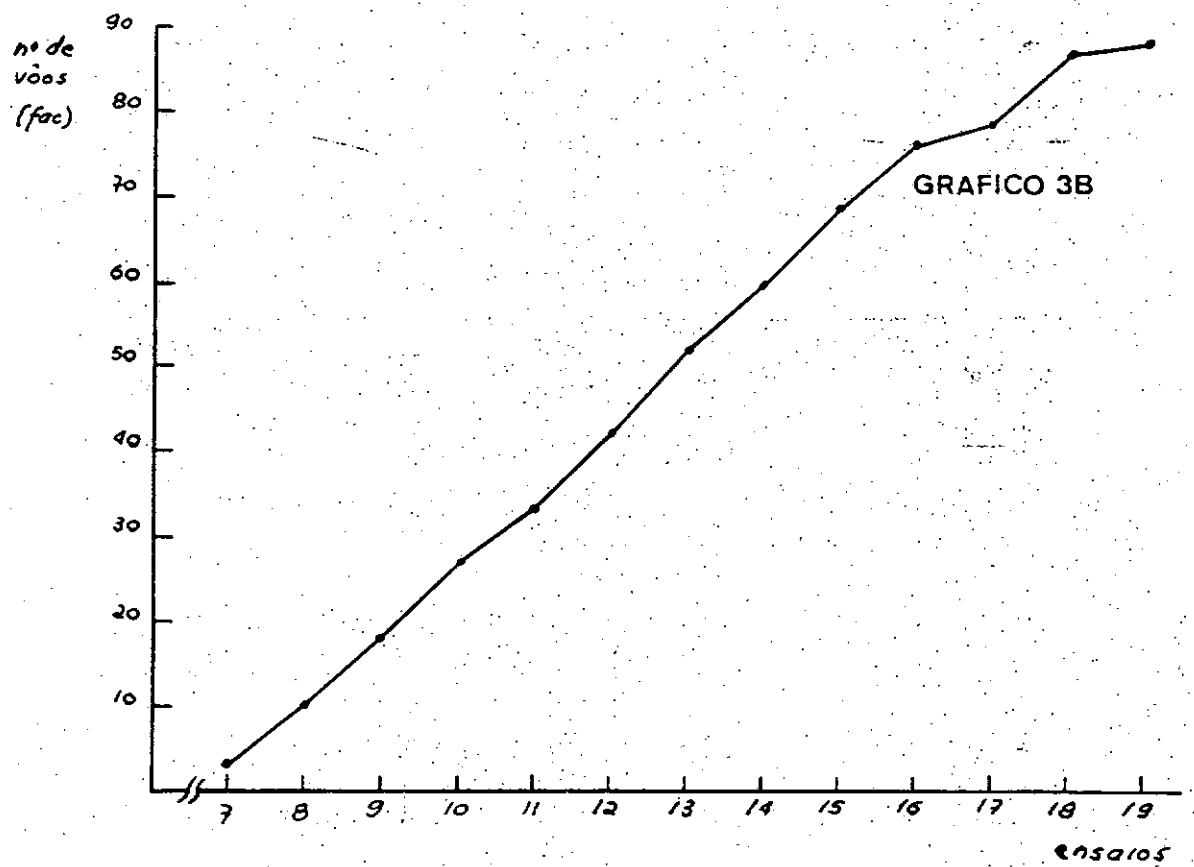
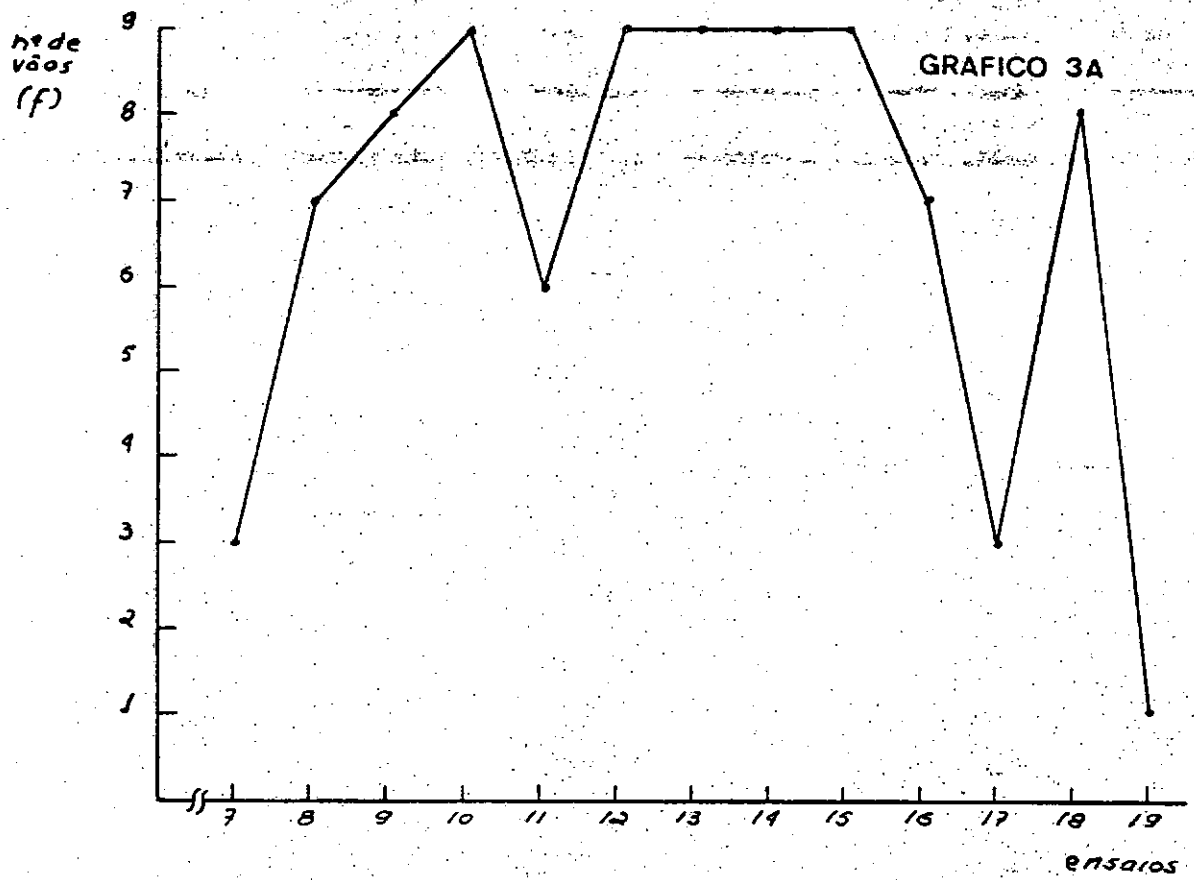


GRÁFICO 4 - Vôos por minuto realizados por IRE nos diferentes ensaios. (a) frequências simples; (b) frequências acumuladas.

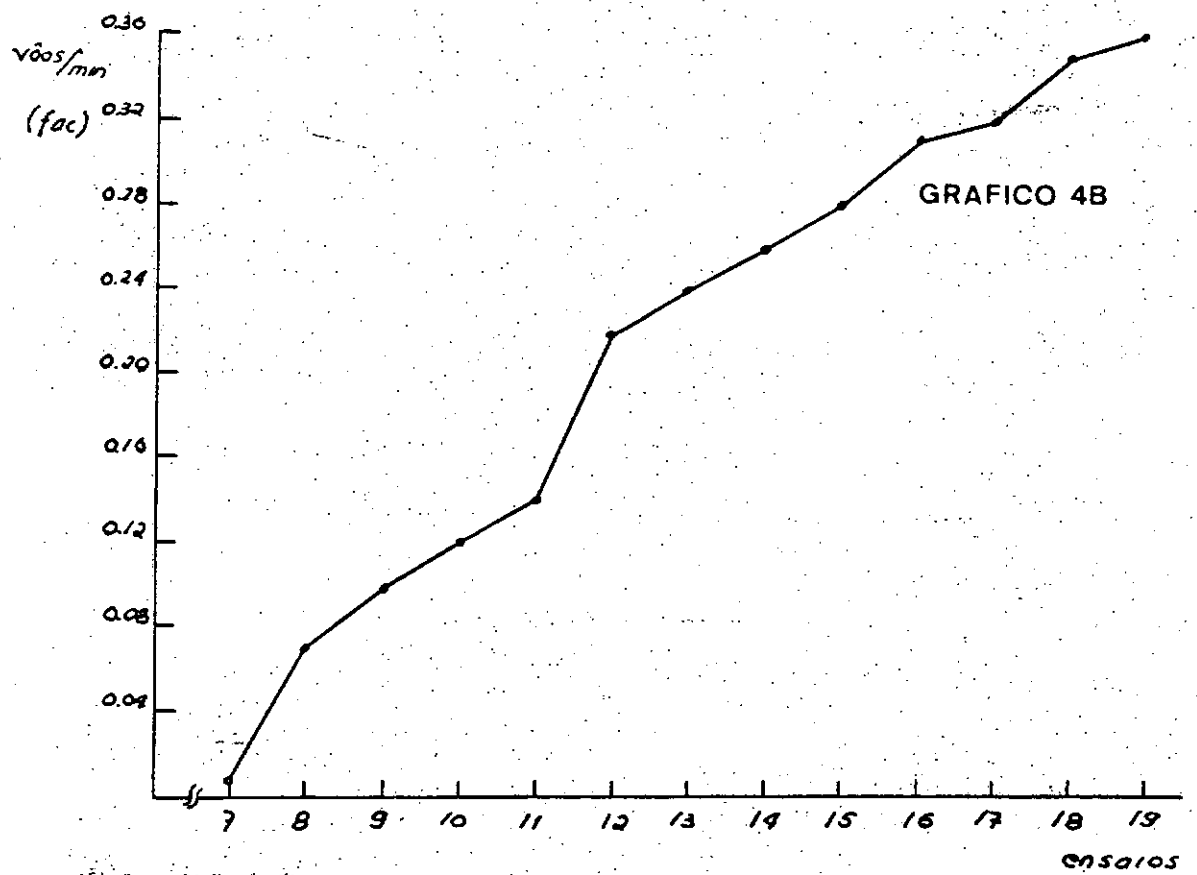
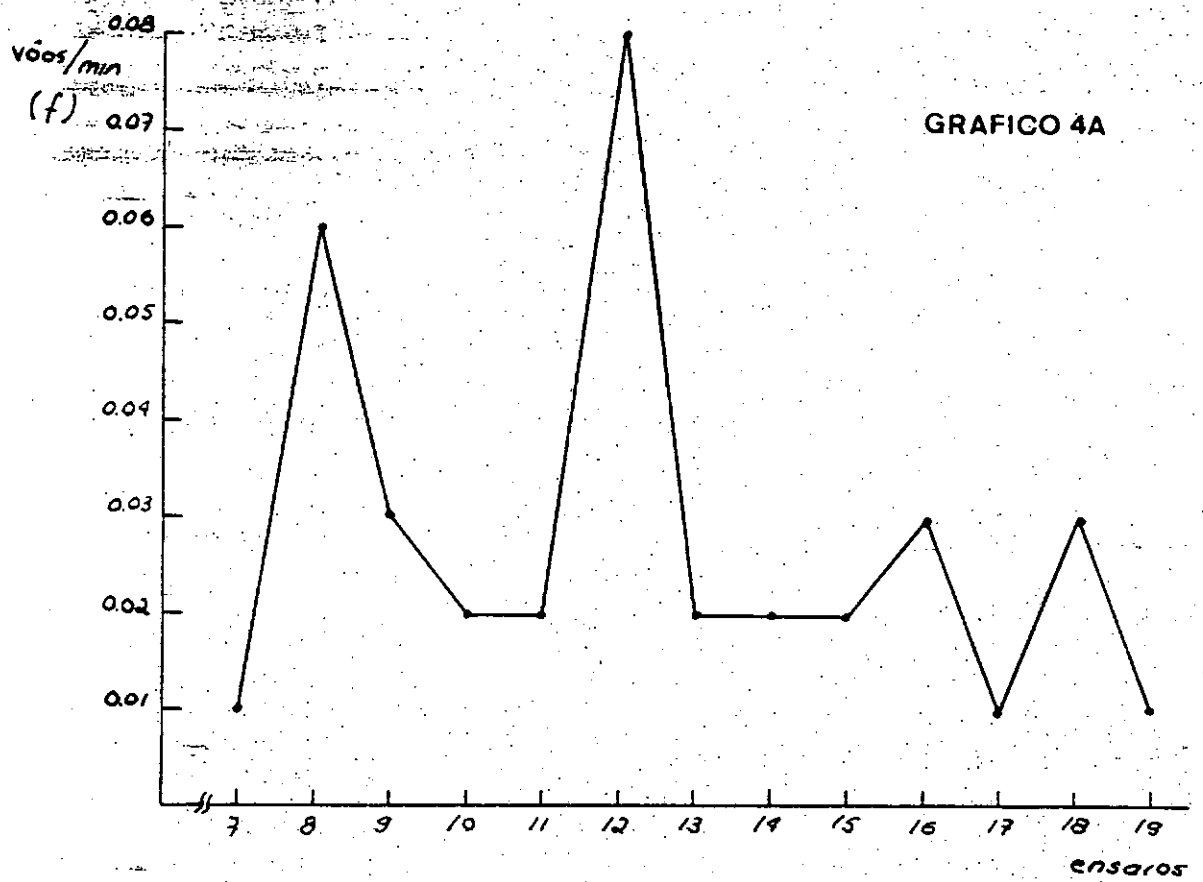


GRÁFICO 5 - Respostas de pressionamento da portinhola, com liberação de alimento. (a) frequências simples; (b) frequências acumuladas. Sujeito: IRE (ninho 4).

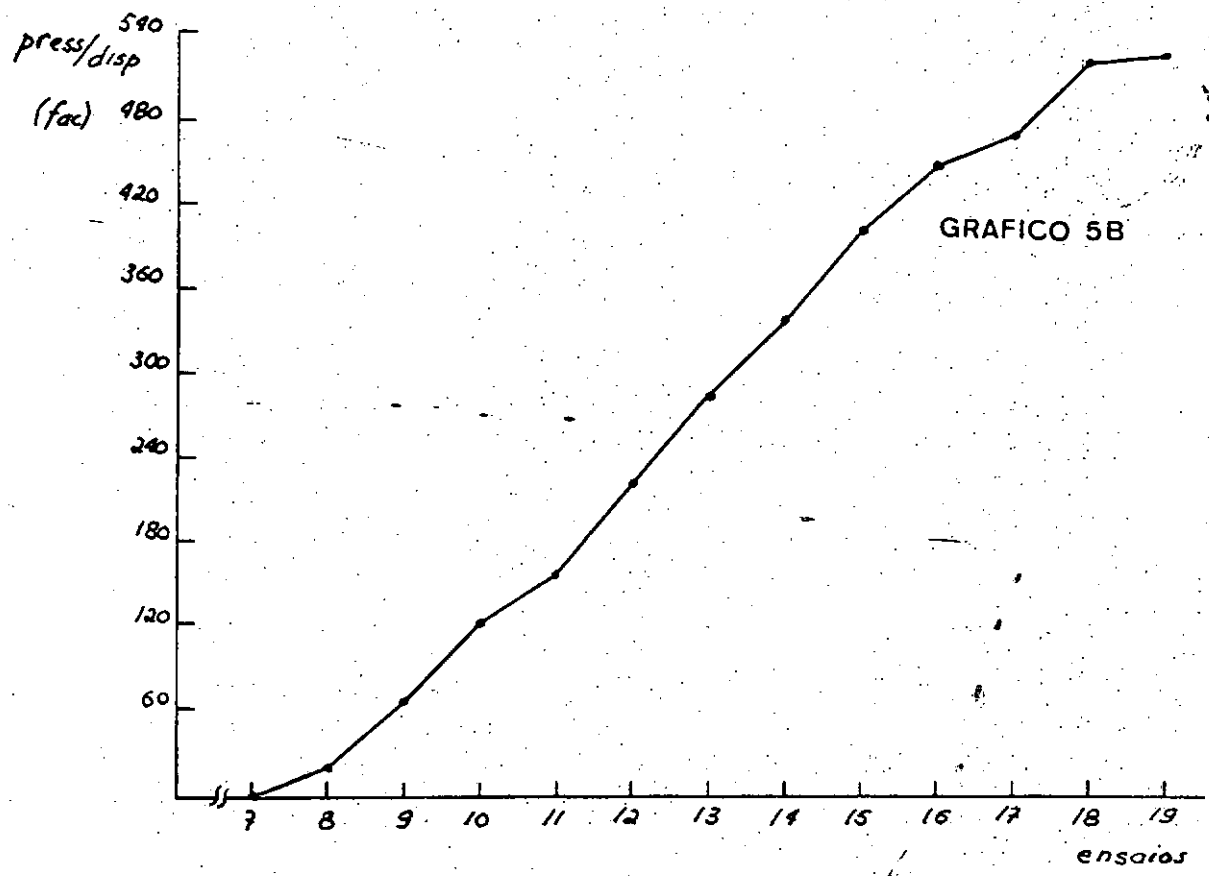
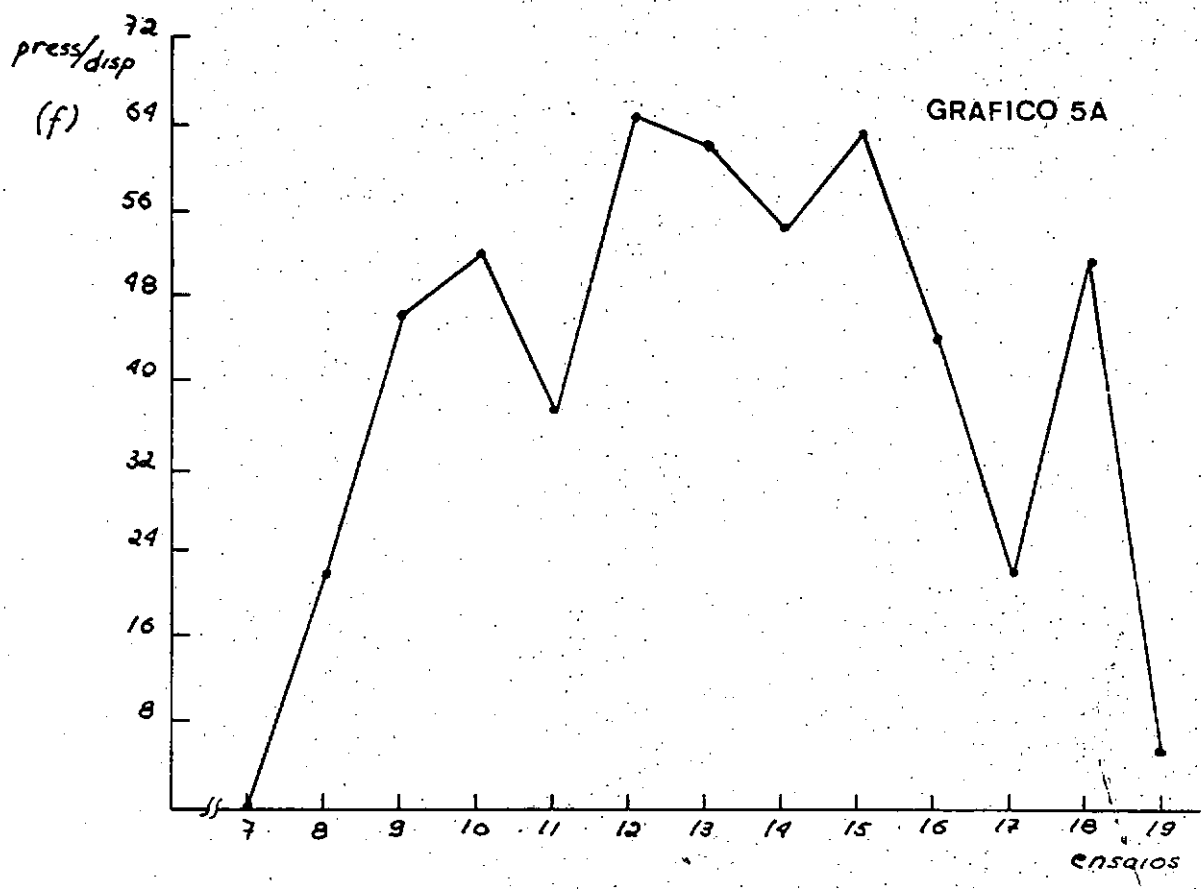


GRÁFICO 6 - Presssionamento da portinhola, por minuto, com liberação de alimento. Respostas emitidas por 1RE, sendo (a) frequências simples e (b) frequências acumuladas.

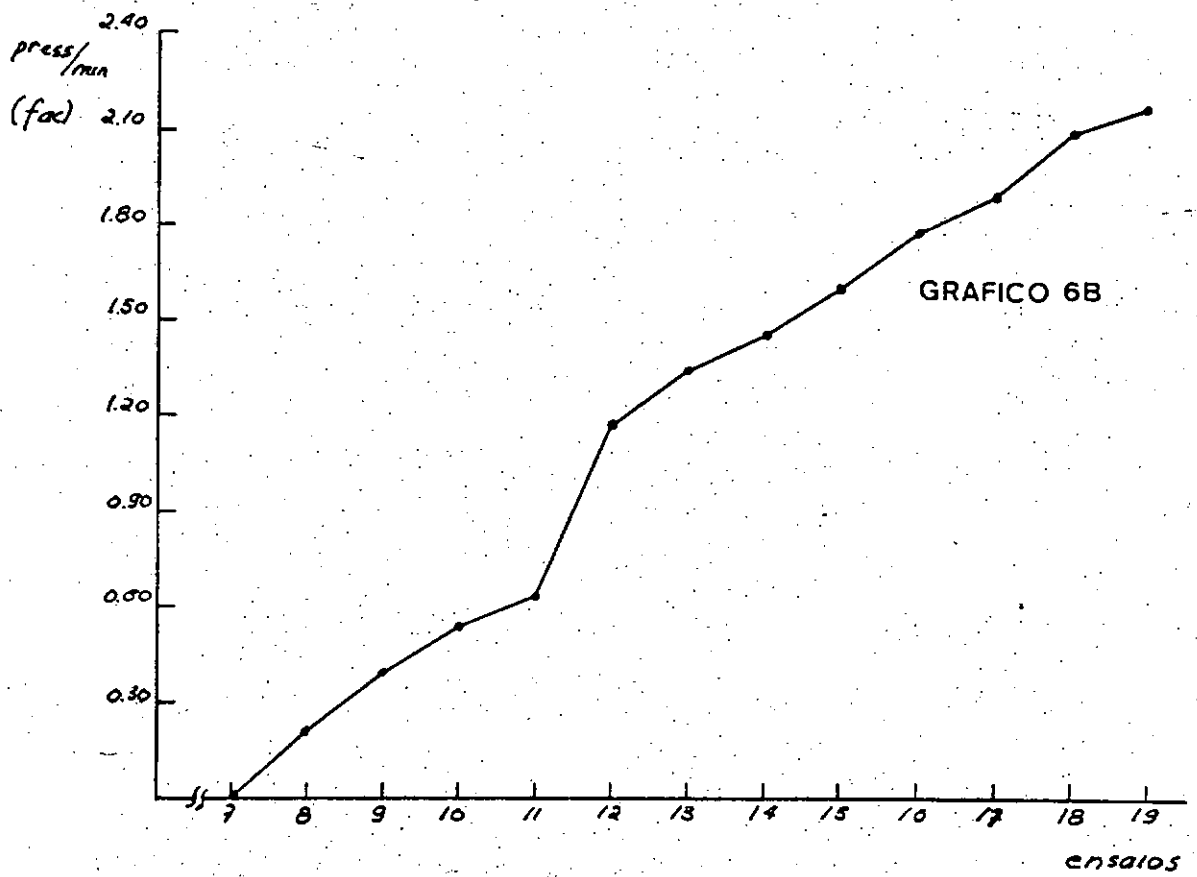
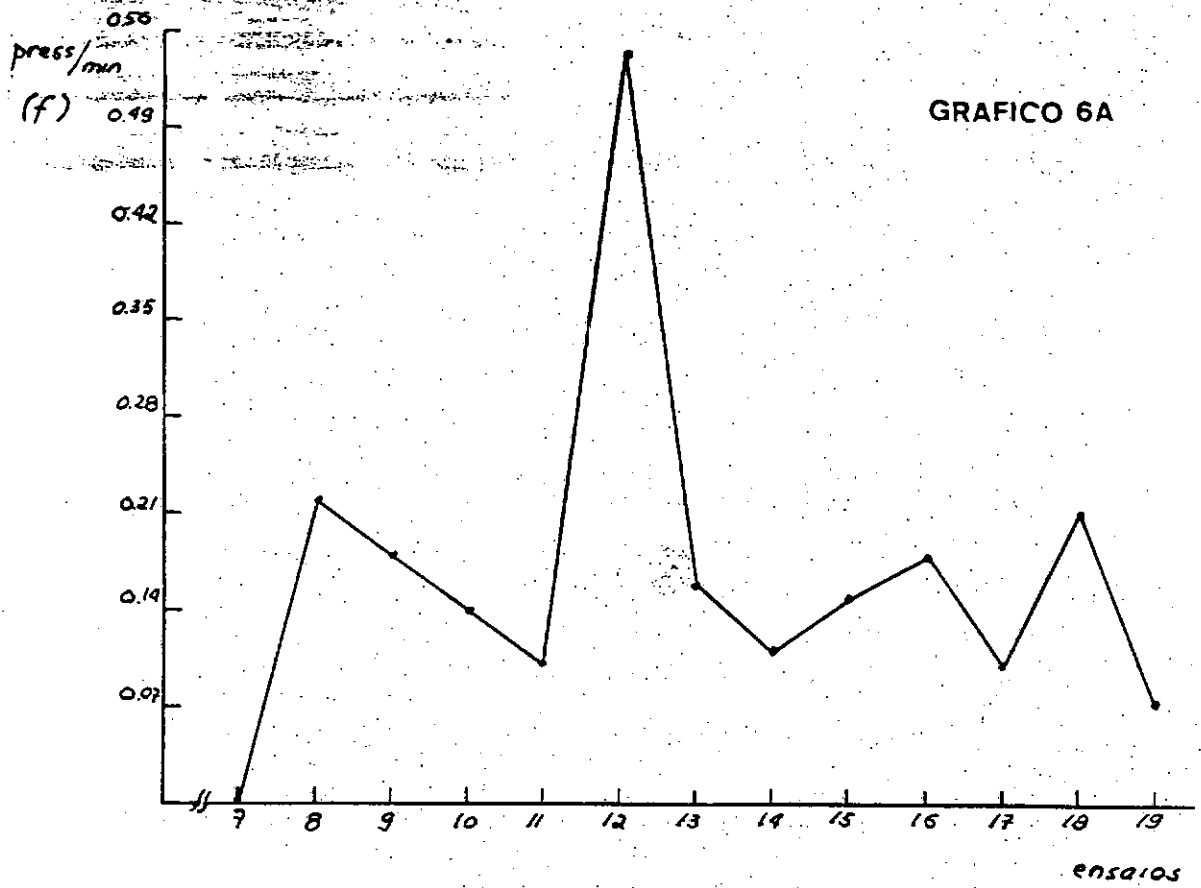


GRÁFICO 7 - Curvas de (a) frequências simples e (b) frequências acumuladas referentes ao número de gotas bebidas por 1VD (ninho 8) nos diferentes ensaios.

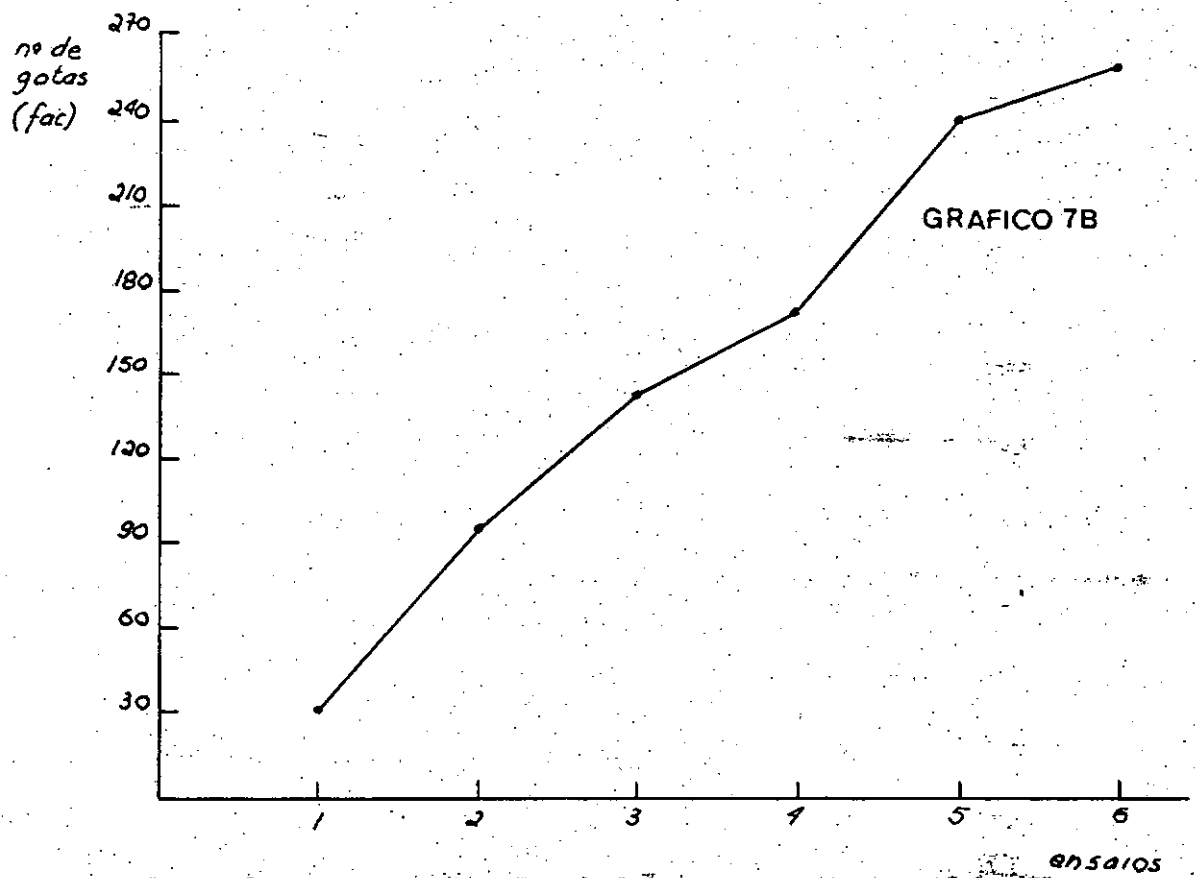
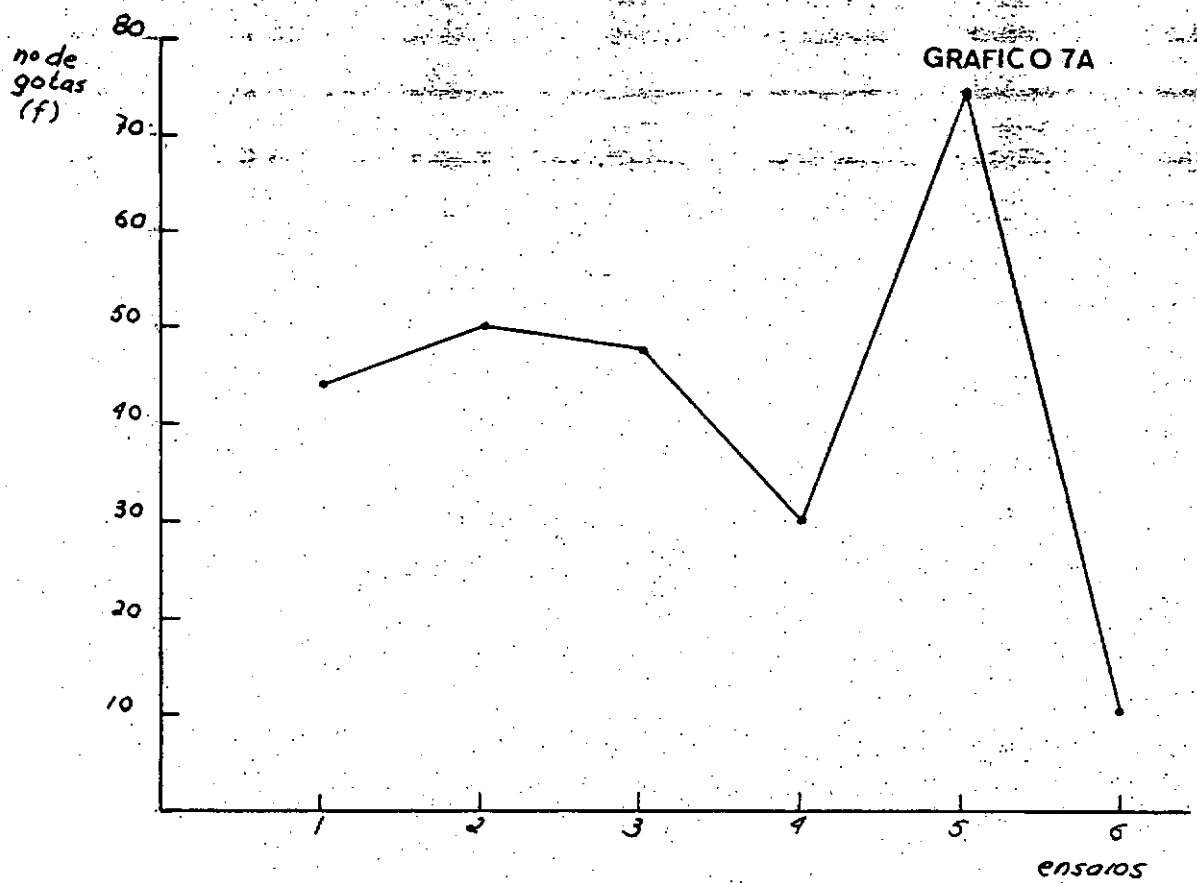


GRÁFICO 8 - Número de gotas por minuto bebidas por IVD nos diferentes ensaios. (a) frequências simples; (b) frequências acumuladas.

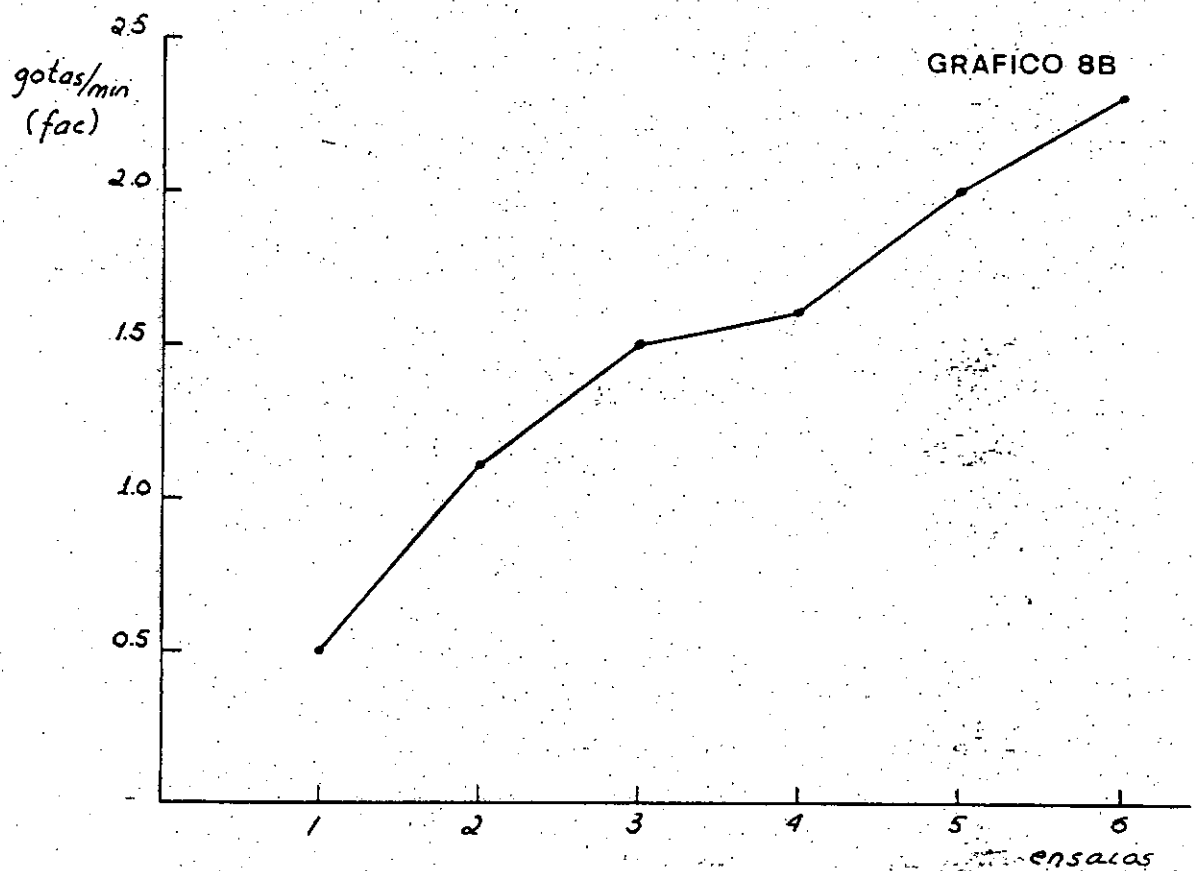
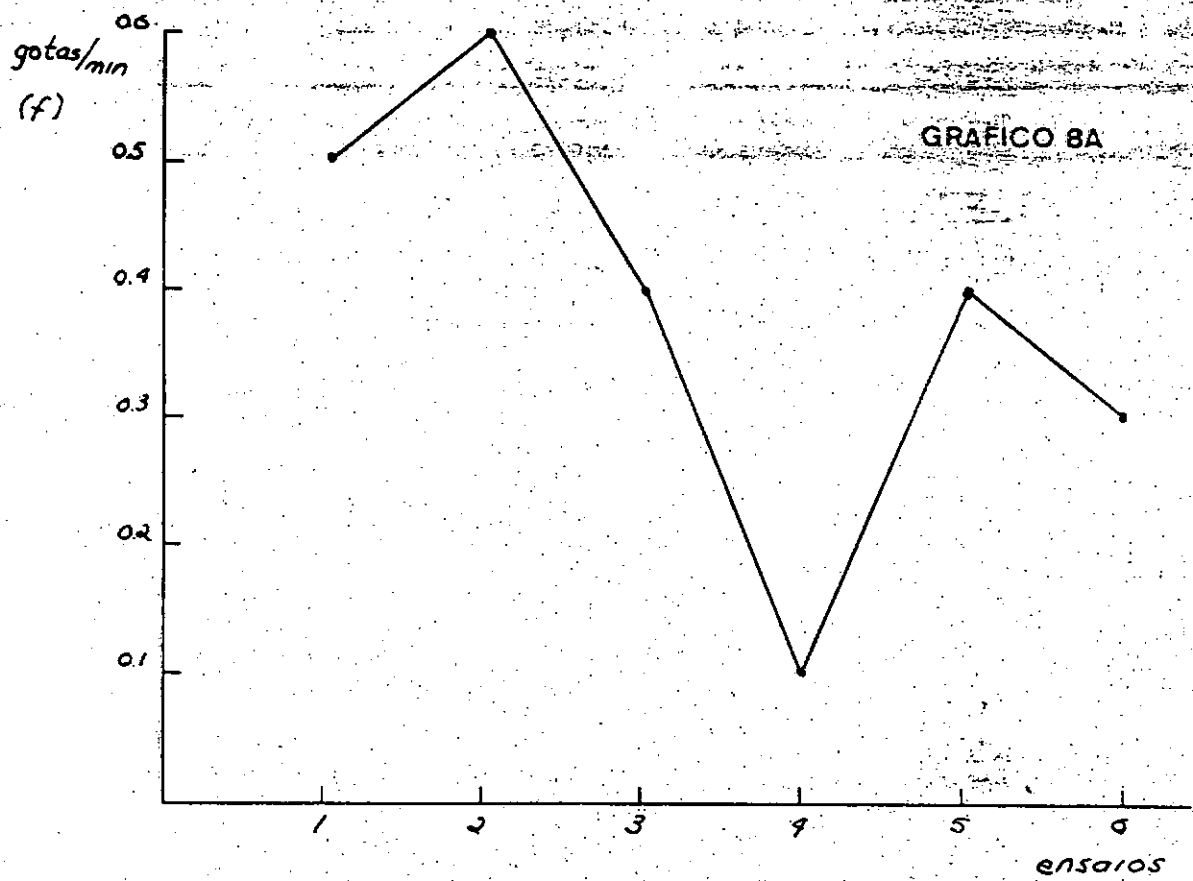


GRÁFICO 9 - Curvas de (a) frequências simples e (b) frequências acumuladas referentes ao número de vôos efetuados por IVD nos diferentes ensaios.

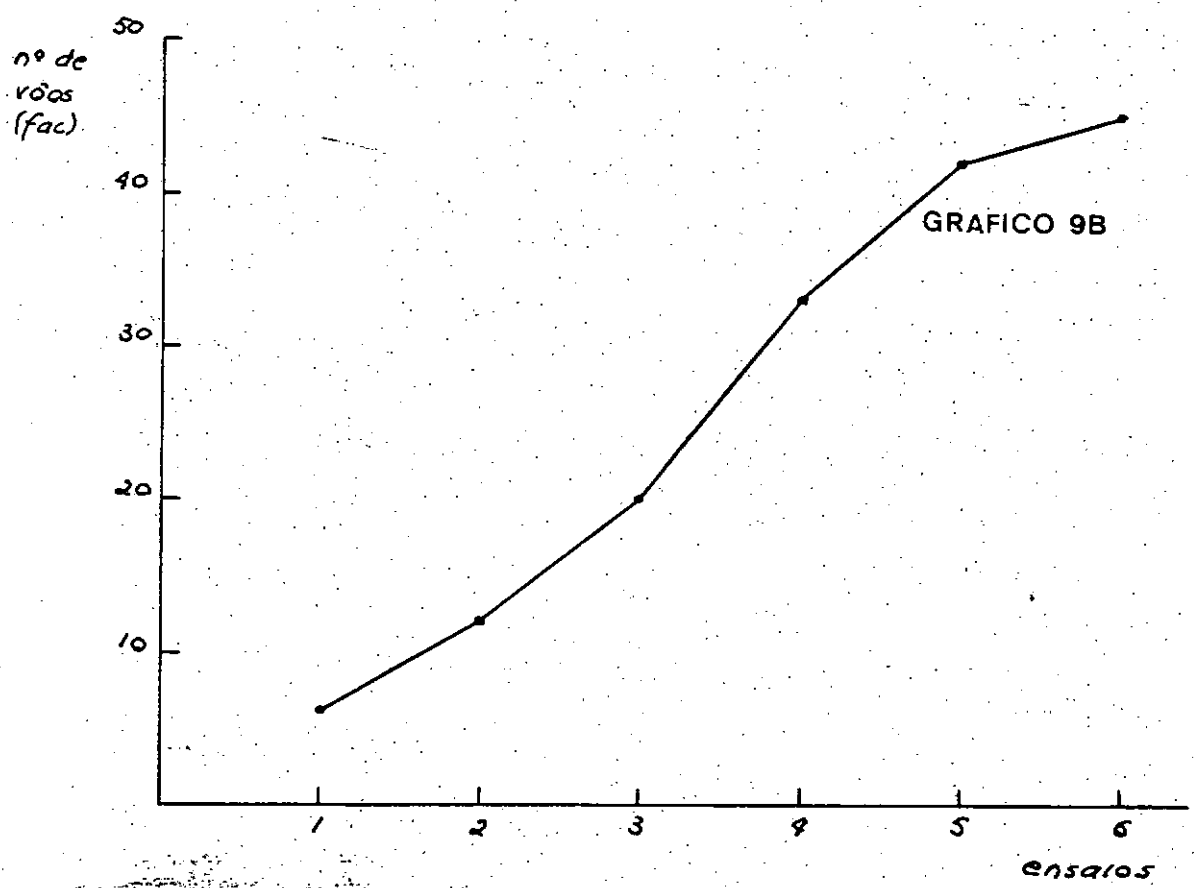
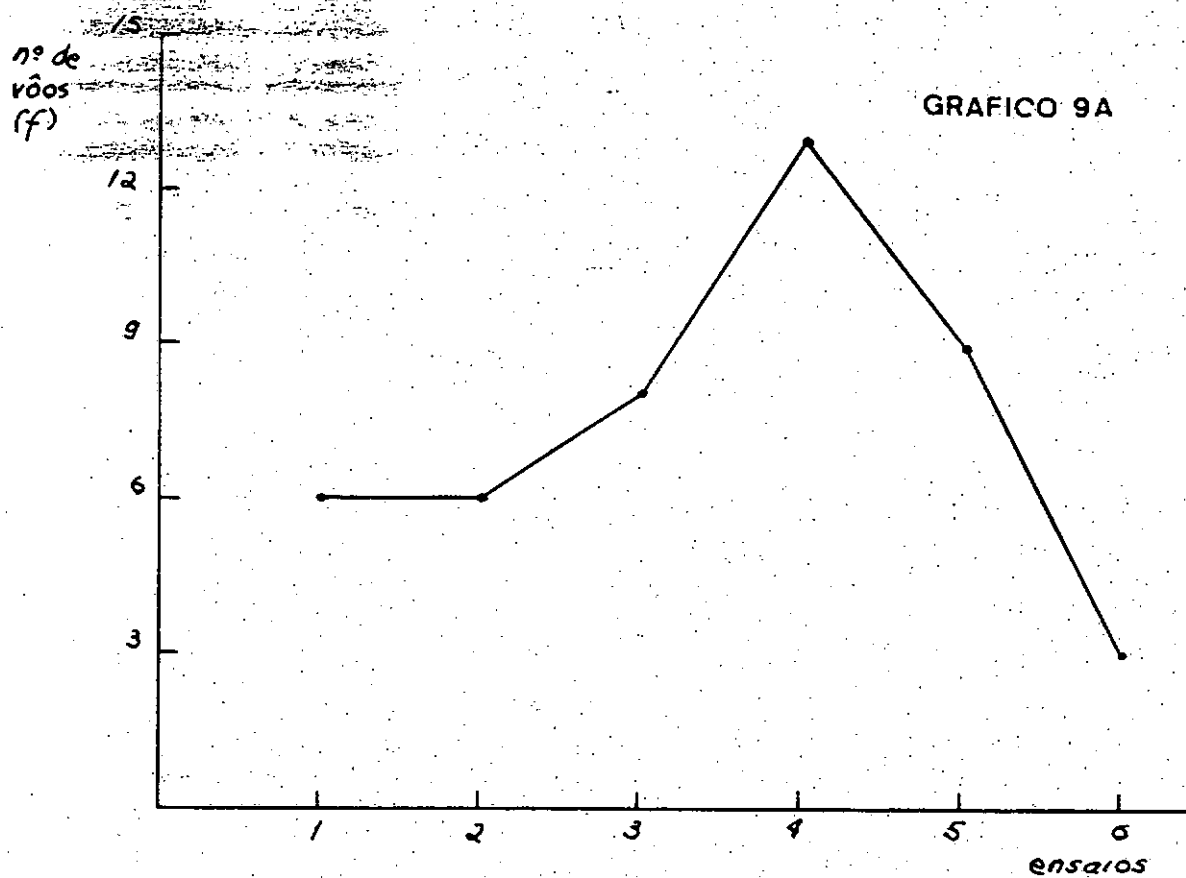


GRÁFICO 10 - Vôos por minuto efetuados por IVD nos diferentes ensaios. (a) frequências simples; (b) frequências acumuladas.

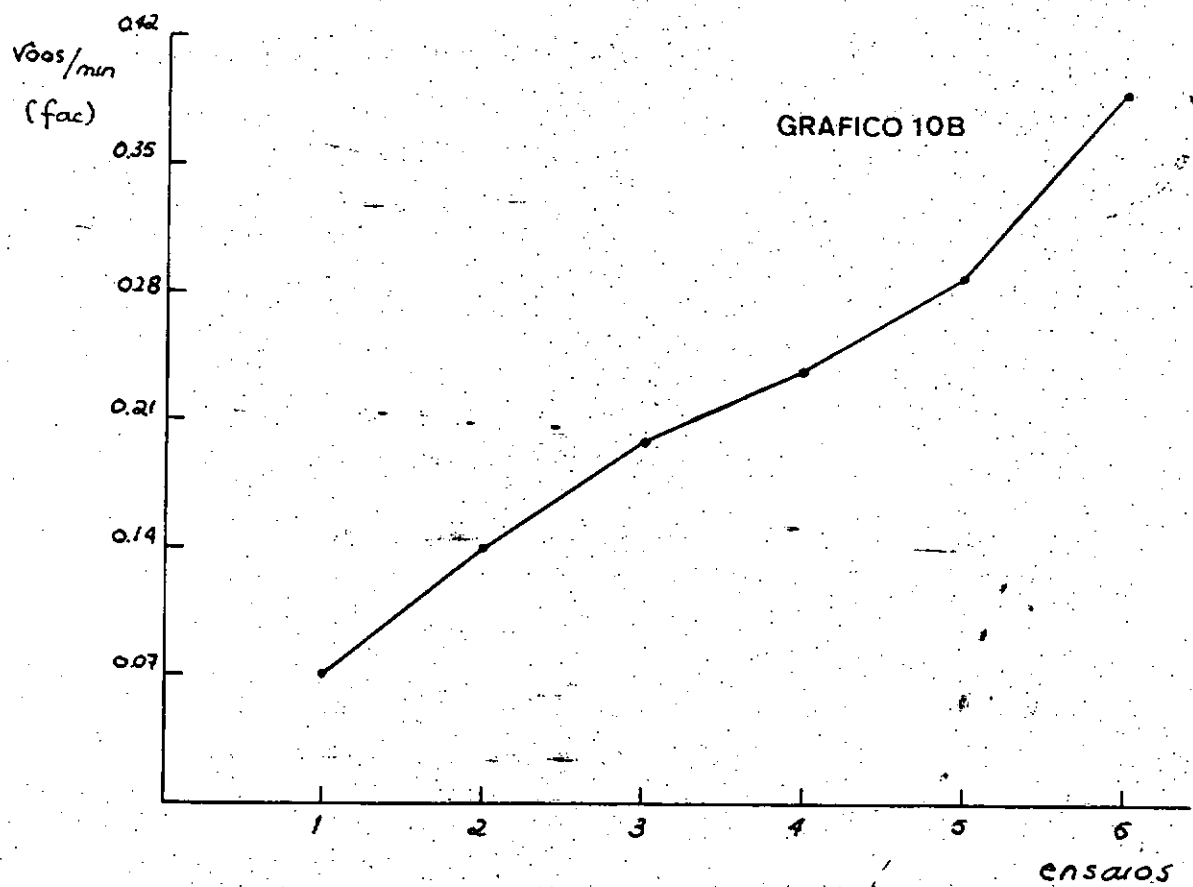
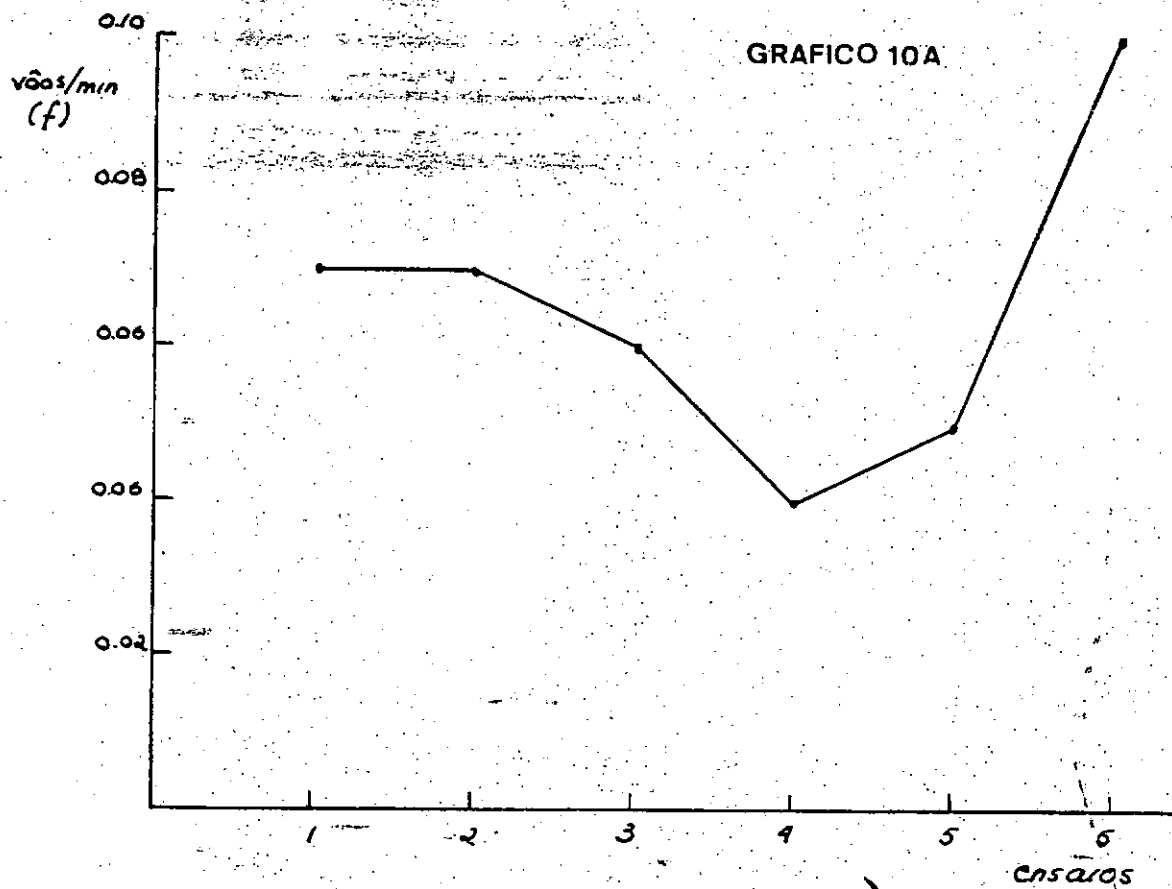


GRÁFICO 11 - Respostas de pressionamento da portinhola, emitidas por LVD, com liberação de alimento. (a) frequências simples; (b) frequências acumuladas.

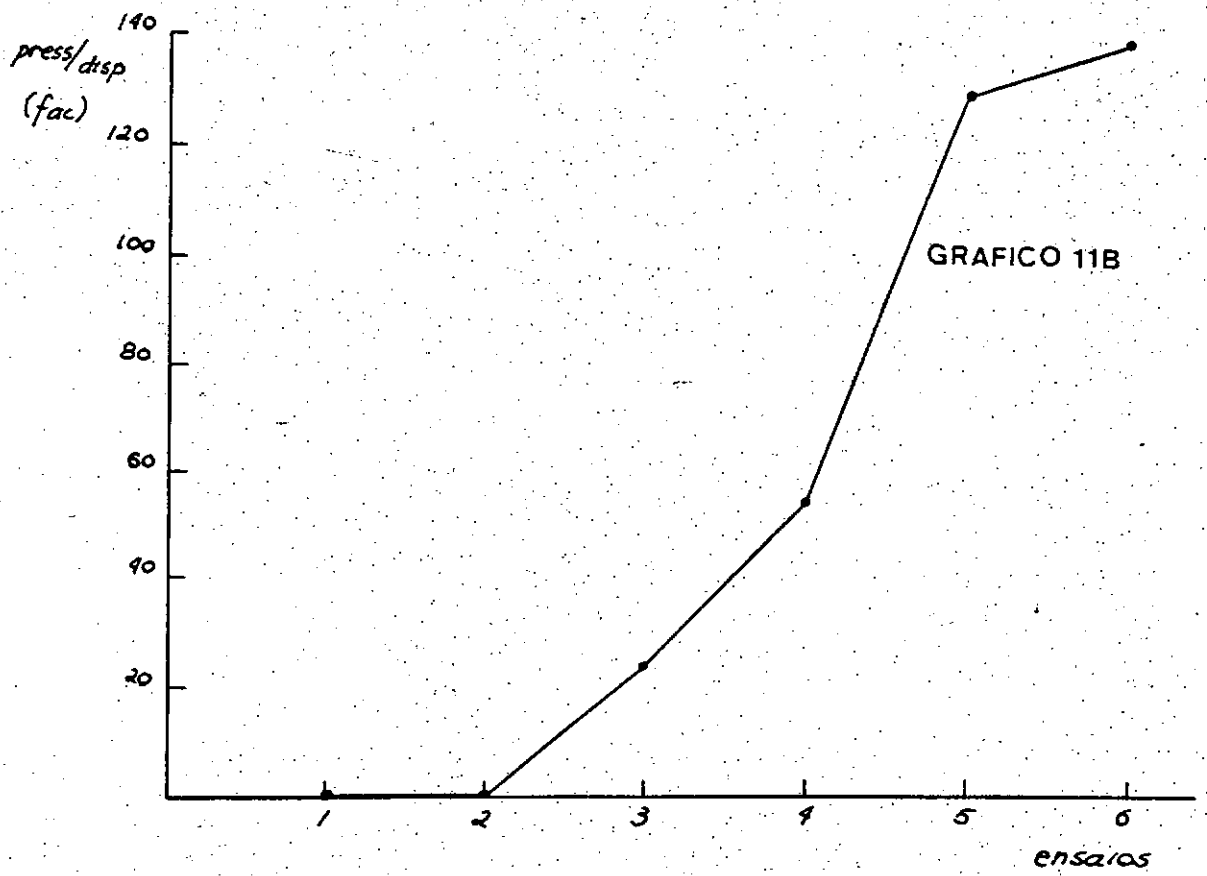
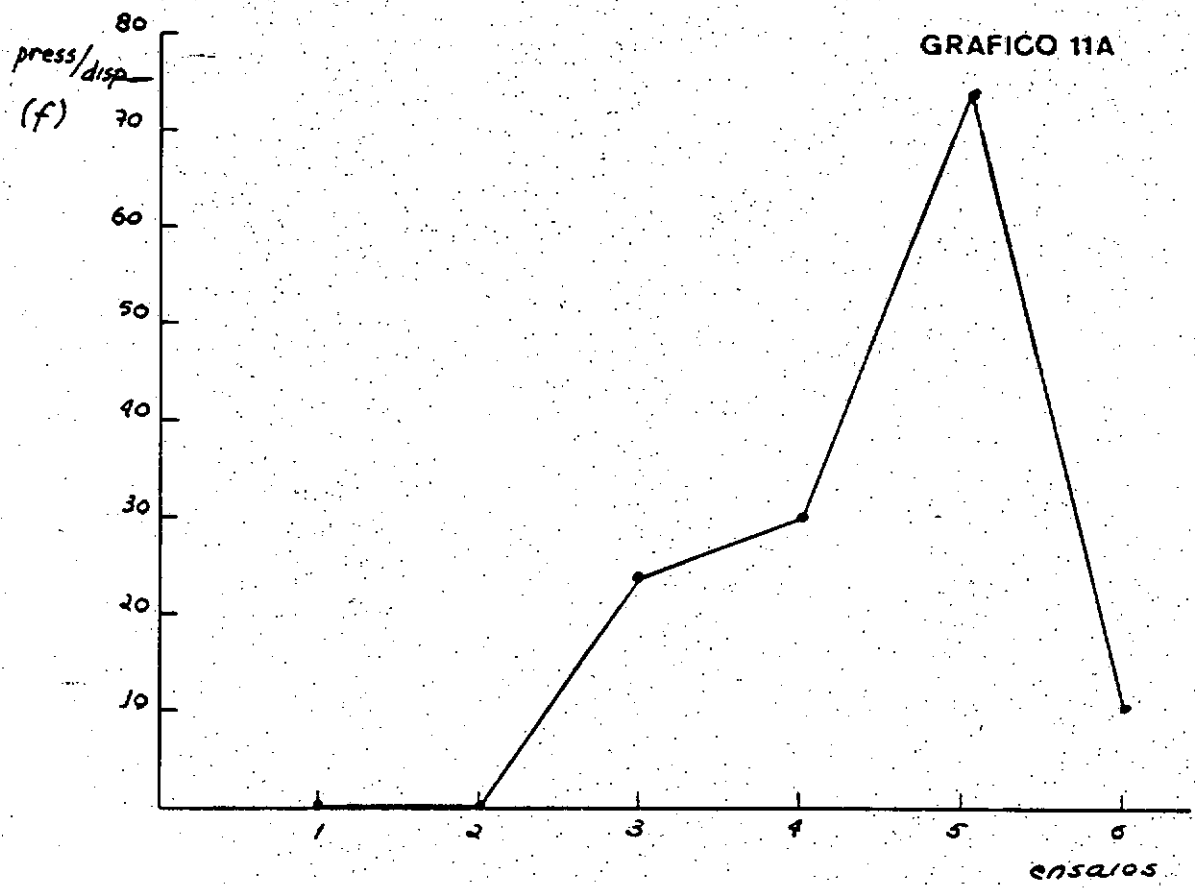


GRÁFICO 12 - Pressionamento da portinhola, por minuto, com liberação de alimento. Respostas emitidas por IVD (ninho 8), sendo (a) frequências simples; (b) frequências acumuladas.

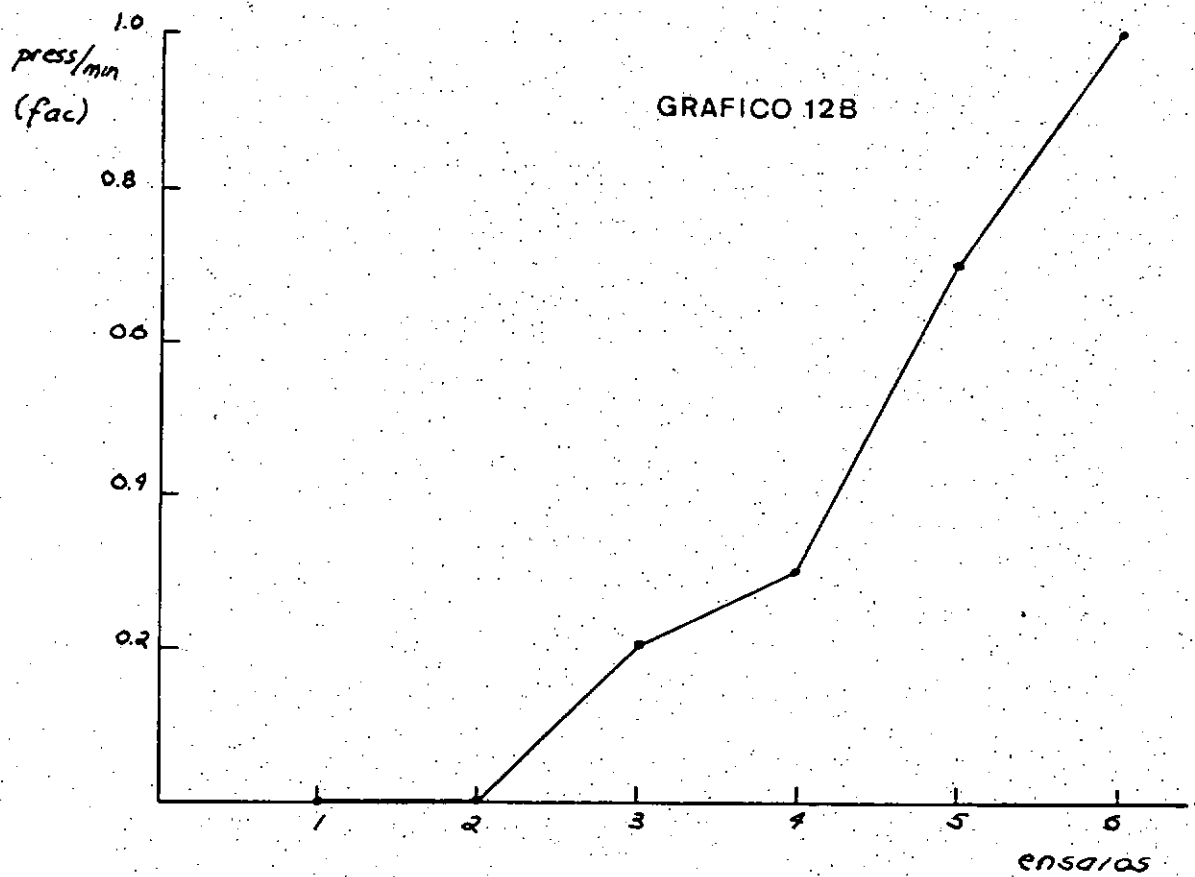
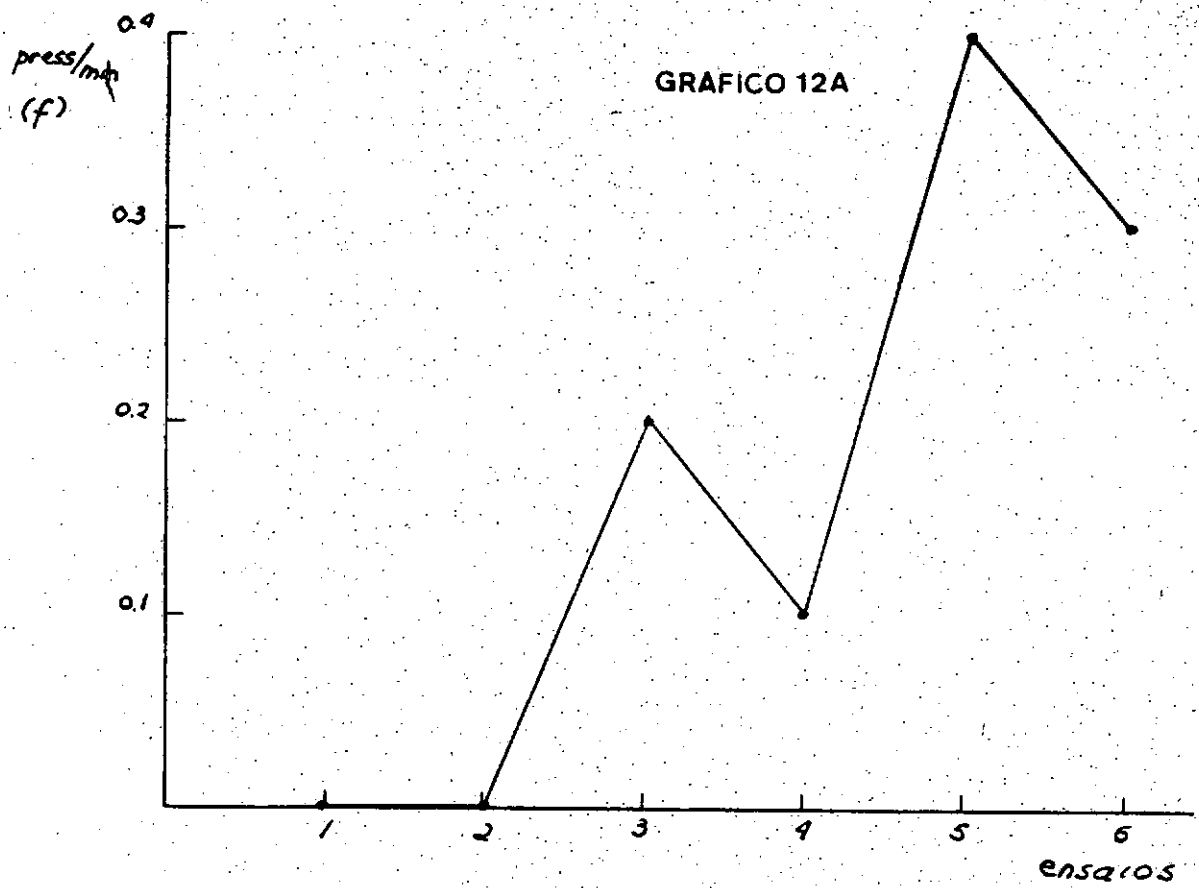


FIGURA 1 - Aparelho usado no pré-experimento: verificação da possibilidade de emissão de um operante em Polistes canadensis. tu - tubo de plástico transparente; su - suporte do tubo; en - entrada do tubo; 1...6 - orifícios para o deslocamento da água açucarada; vi - vidro de água açucarada.

FIGURA 2a - Aparato inicial. Vista interna da unidade de modelagem (carrinho). ac - paredes de acrílico transparente; lp - lâmpada; f - fotocélula; 1...4 - portinholas de modelagem; pa - palheta para interrupção do feixe luminoso; es - estilete para segurar as portinholas na posição de repouso.

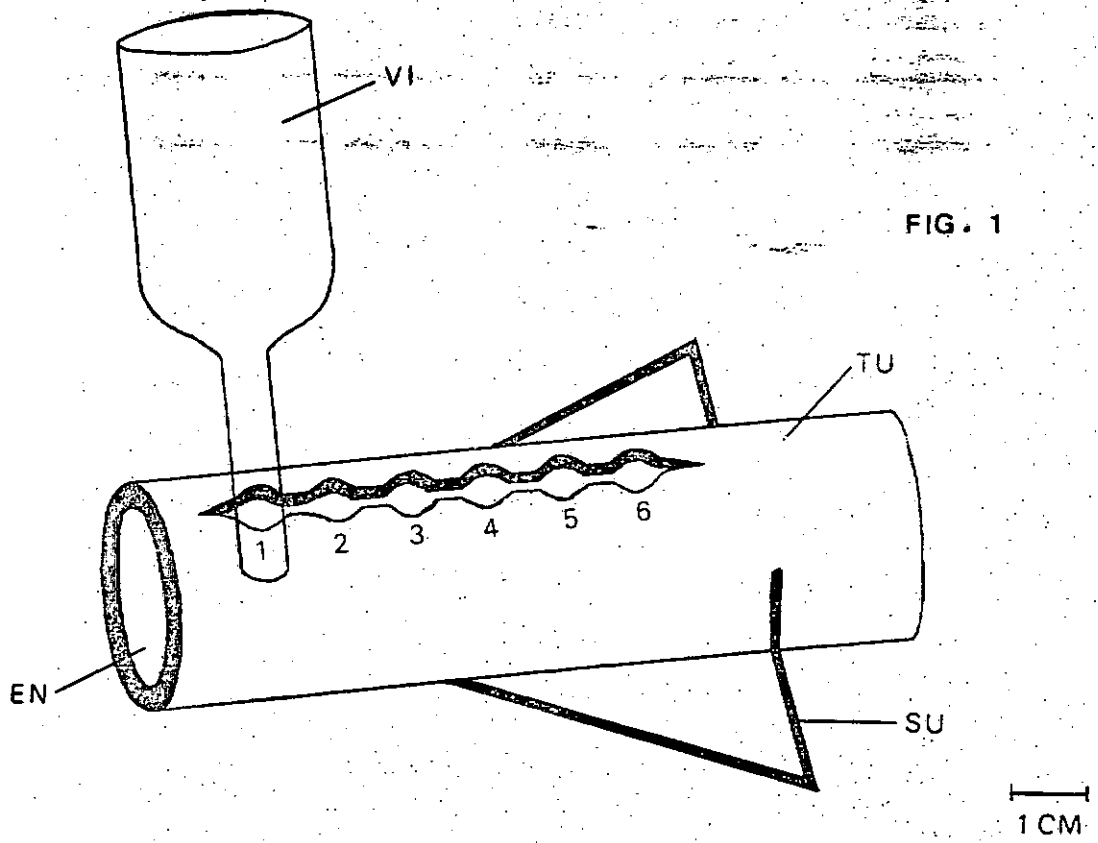


FIG. 2A

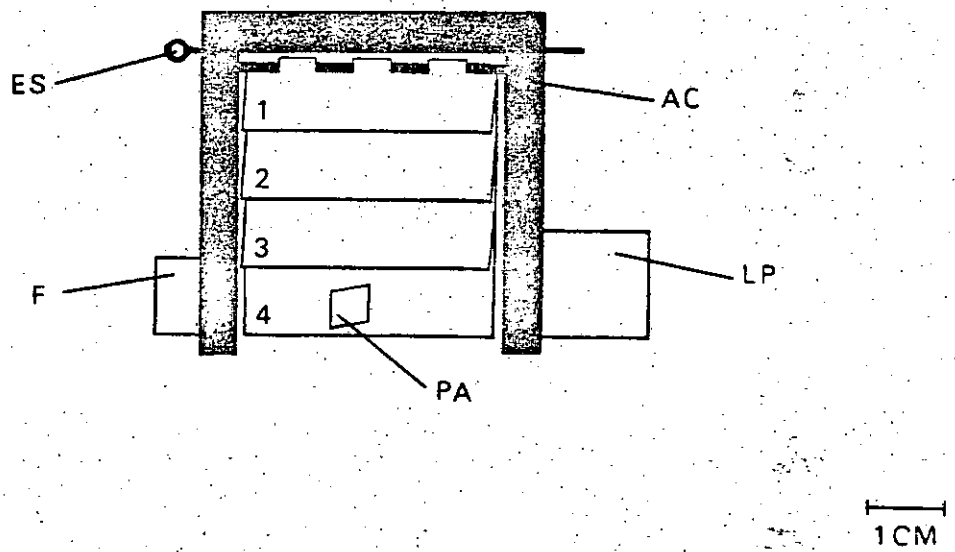


FIGURA 2b - Aparato inicial. Vista interna da unidade de modelagem (carrinho), ac - paredes de acrílico transparente; lp - lâmpada; f - fotocélula; po - portinhola de modelagem; pa - palhetas para interrupção do feixe luminoso.

FIGURA 2c - Aparato inicial. Vista interna do carrinho de modelagem. ac - paredes de acrílico transparente ; lp - lâmpada; f - fotocélula; po - portinhola de modelagem; pa - palheta para interrupção do feixe luminoso; be - bebedouro.

FIG. 2B

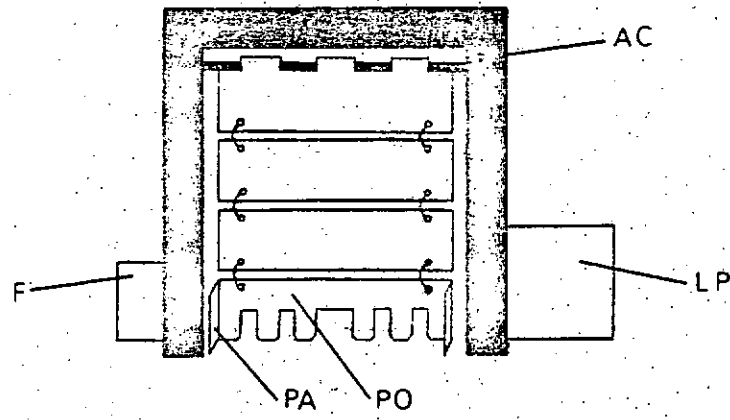


FIG. 2C

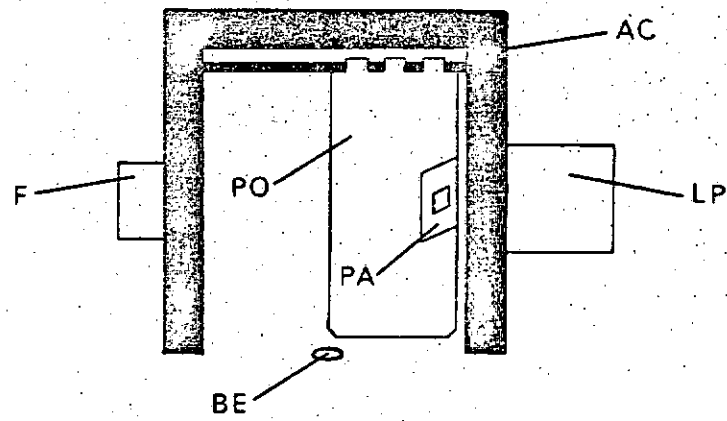
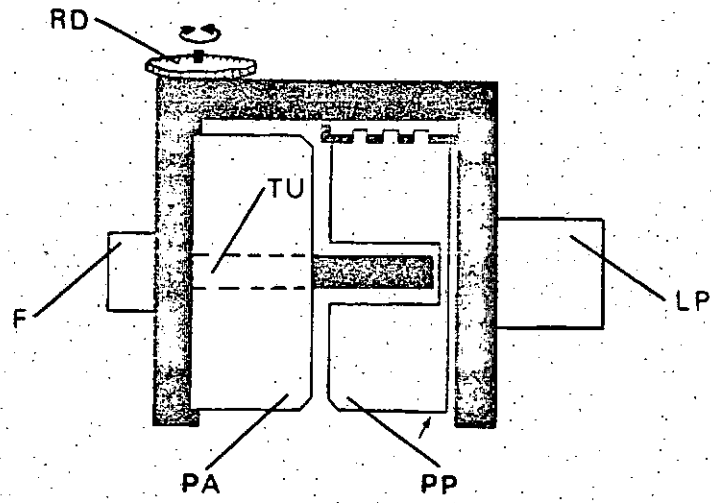


FIGURA 3a - Aparato final. Vista interna da unidade de modelagem (carrinho). pp - portinhola principal; pa - portinhola auxiliar; f - fotocélula; lp - lâmpada; rd - roda dentada; tu - tubo de proteção contra disparos acidentais.

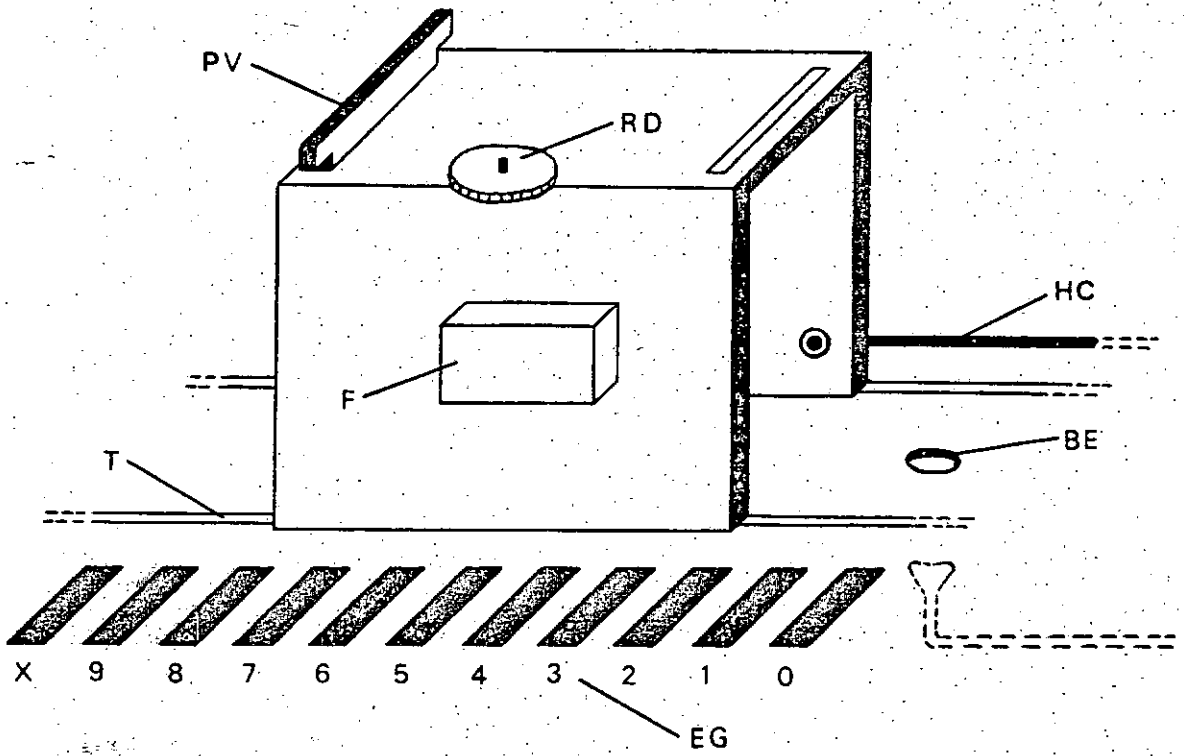
FIGURA 3b - Aparato final. Vista lateral da unidade (carrinho) de modelagem. be - bebedouro; t - trilhos; eg - escala graduada; f - fotocélula; rd - roda dentada; hc - haste de deslocamento do carrinho; pv - porta de vedação da saída do carrinho.

FIG. 3A



1 CM

FIG. 3B

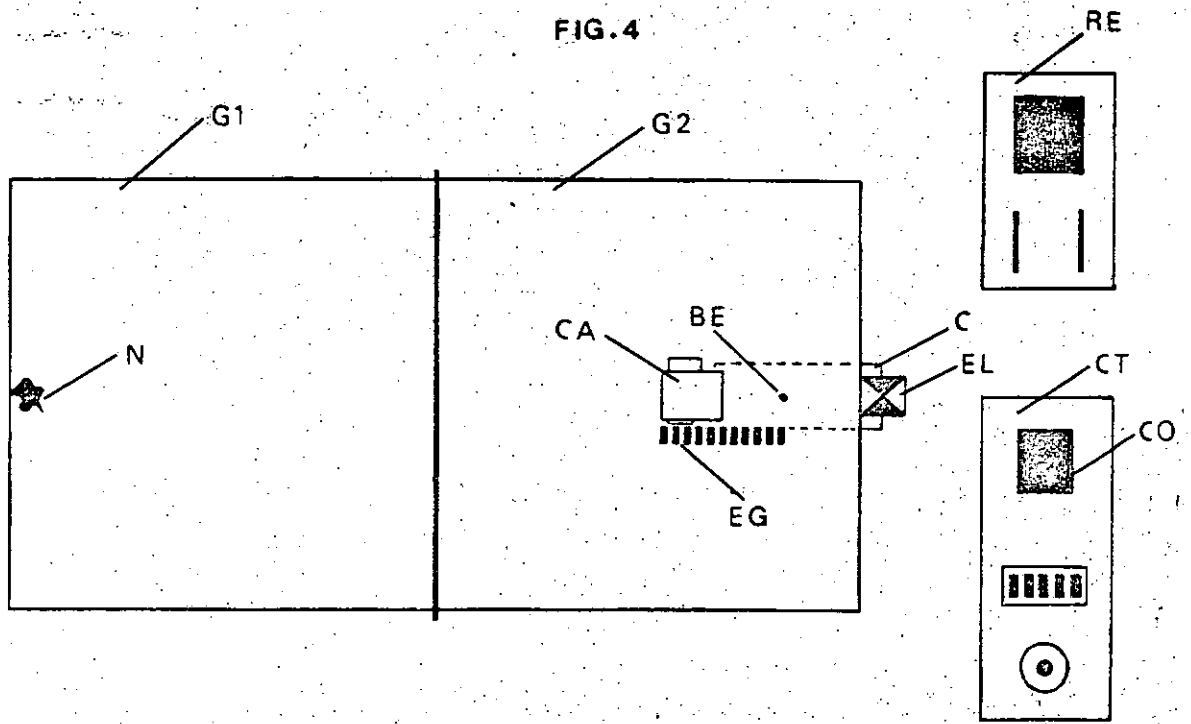


1 CM

FIGURA 4 - Diagrama esquemático do equipamento completo. Vista de cima. g1 - gaiola 1; g2 - gaiola 2; n - ninho; p - porta de separação; ca - carrinho de modelagem; eg - escala graduada; el - eletroimã; be - bebedouro; c - cuba de água açucarada; co - unidade de controle; ct - contador; re - registrador de respostas.

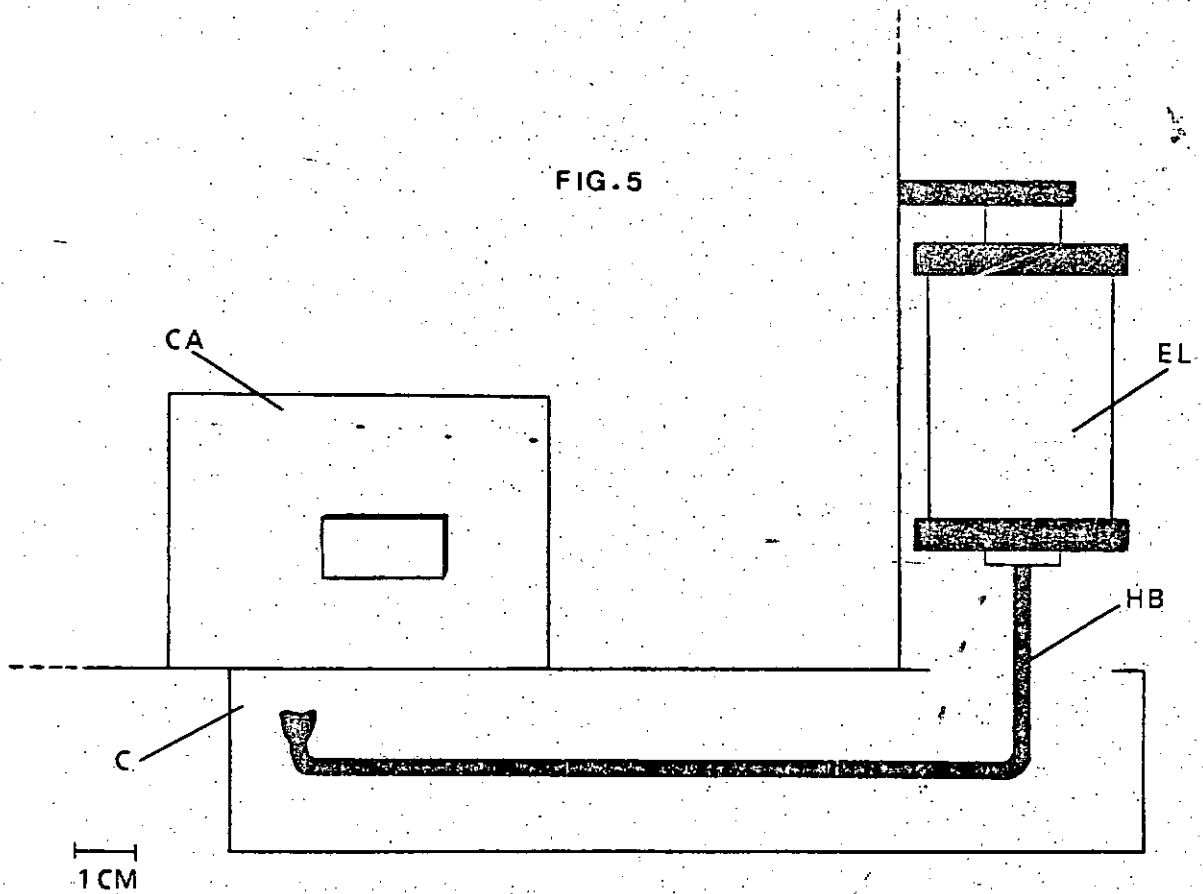
FIGURA 5 - Mecanismo alimentador. Vista lateral.
ca - carrinho; c - cuba de água açucarada; hb - haste do bebedouro; el - eletroimã.

FIG. 4



5 CM

FIG. 5



1 CM

FIGURA 6 - Diagrama do circuito eletrônico da caixa de aprendizagem. C1 - capacitor eletrolítico, 100 μ F, 6v ; R1 - resistor de 4.700 Ω , 1/4w; R2 - potenciômetro "trimpot" de 100.000 Ω , (montagem vertical); R3, R4 - resistores de 82.000 Ω , 1/4w; λ 1 - fotoresistor ; Z1 - diodo zener, 6v, 300mw; T1 - transistor 2N2926 (GE); T2 - transistor 2N2704 (T1); RM1, RM2 - relés metaltex, 8-18v, bobina de 120 Ω , 2 contatos; RL1 - relé de núcleo móvel, 110v ac; + 12v fonte de alimentação.

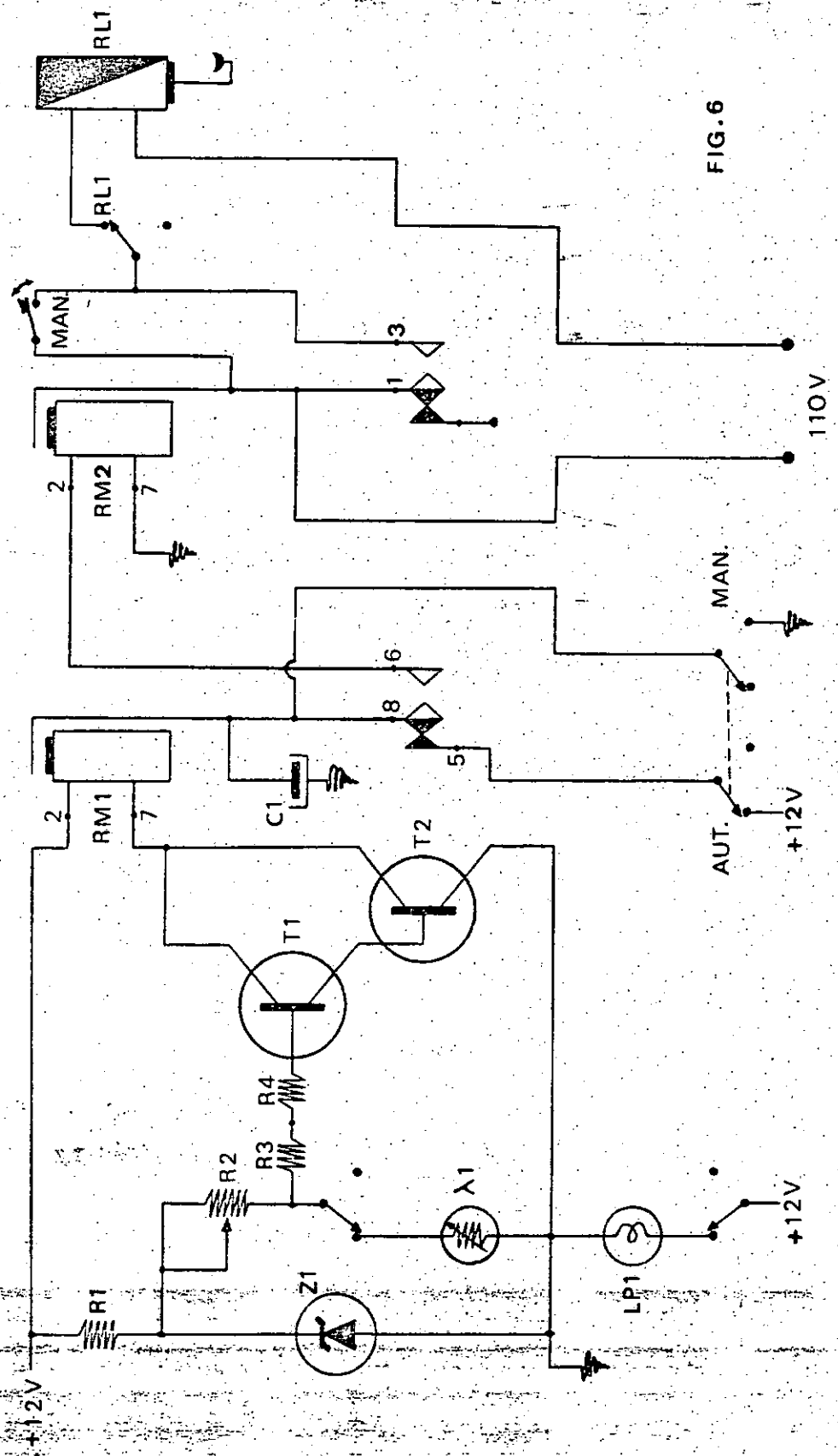


FIG. 6

FIGURA 7 - Vista geral do equipamento completo. G1 - gaiola 1; G2 - gaiola 2; ca - carrinho de modelagem; al - mecanismo alimentador; ue - unidade eletrônica; n - ninho.

FIGURA 8 - Ninho de Polistes canadensis usado no experimento.

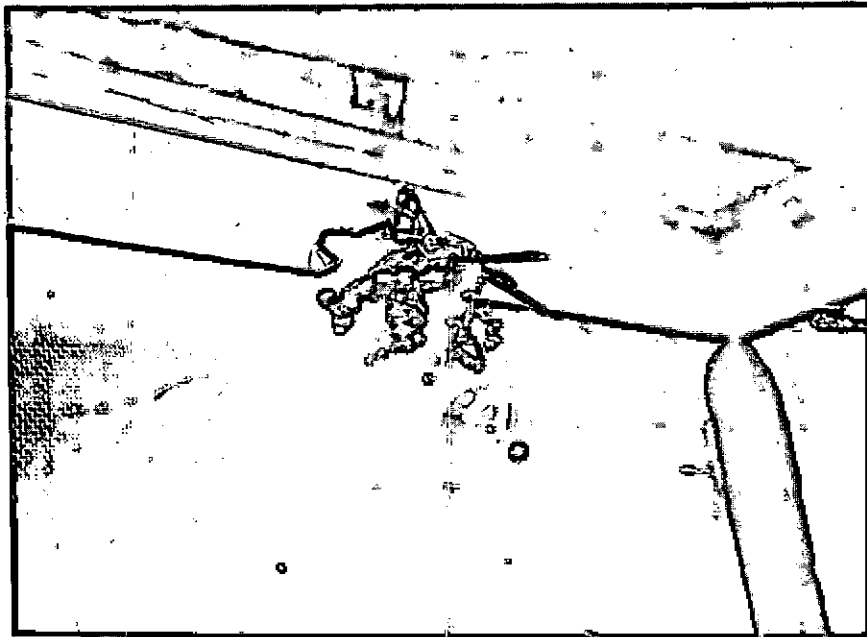
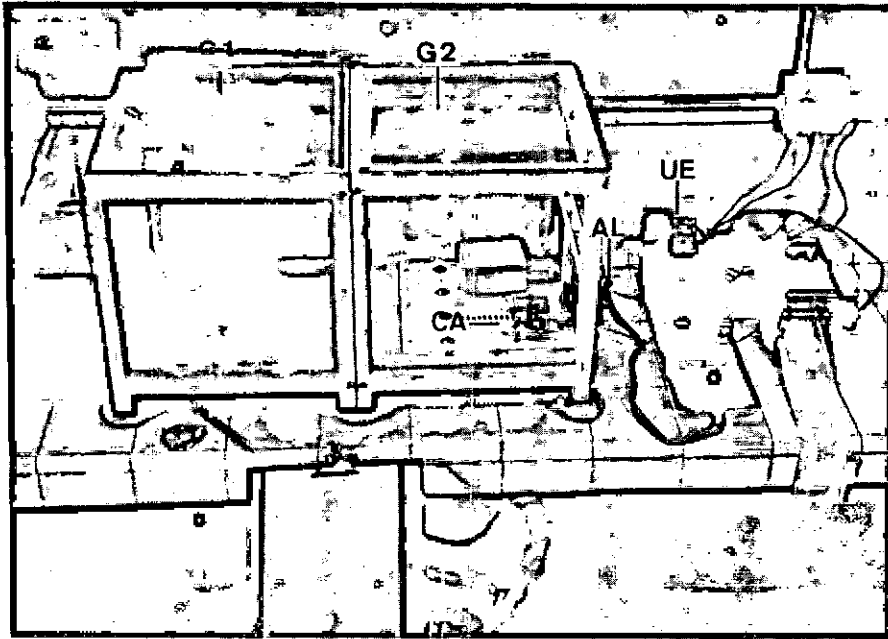


FIGURA 9 - Unidade eletrônica. fa - fonte de alimentação; ce - circuito eletrônico; rm - reforço manual; co - contador.

FIGURA 10 - Mecanismo de alimentação. el - eletroímã; c - cuba de água açucarada; hc - haste de deslocamento do carrinho.

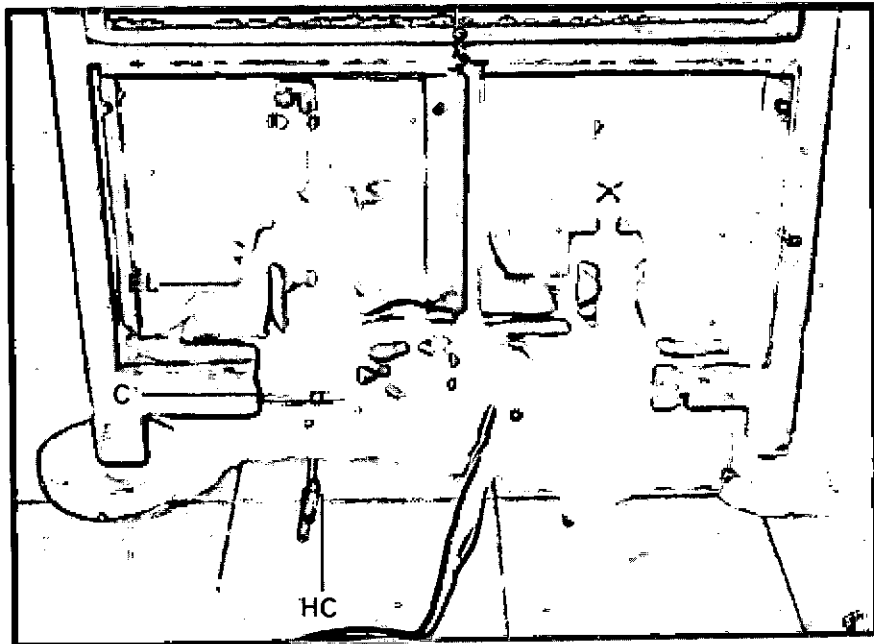
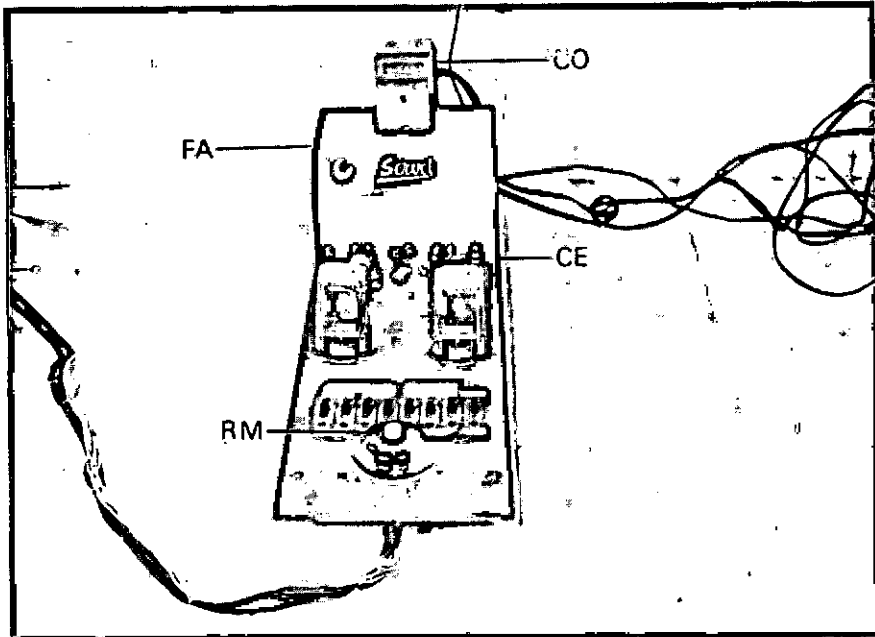


FIGURA 11 - Carrinho de modelagem. Posição inicial "0". be - bebedouro; pv - porta de vedação da saída de carrinho; eg - escala graduada.

FIGURA 12 - Carrinho de modelagem. Posição final "X". be - bebedouro; eg - escala graduada; rd - roda dentada; hc - haste de deslocamento do carrinho.

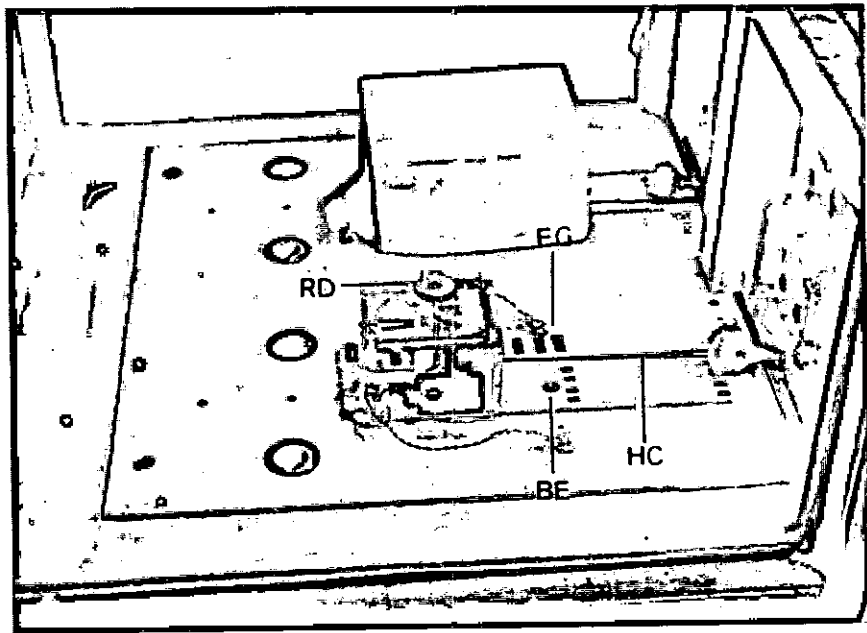
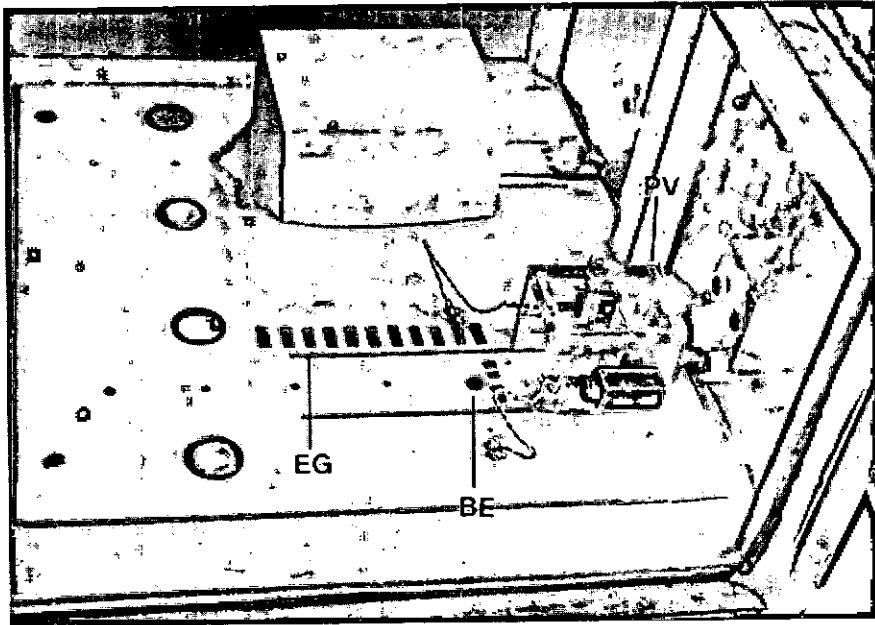


FIGURA 13. - Carrinho de modelagem. Vista frontal mostrando portinholas principal e auxiliar. pp - portinhola principal; pa - portinhola auxiliar; rd - roda dentada; tu - tubo de proteção contra disparos acidentais.

FIGURA 14 - Carrinho de modelagem. Vista superior mostrando portinholas principal e auxiliar. pp - portinhola principal; pa - portinhola auxiliar; rd - roda dentada; lp - lâmpada.

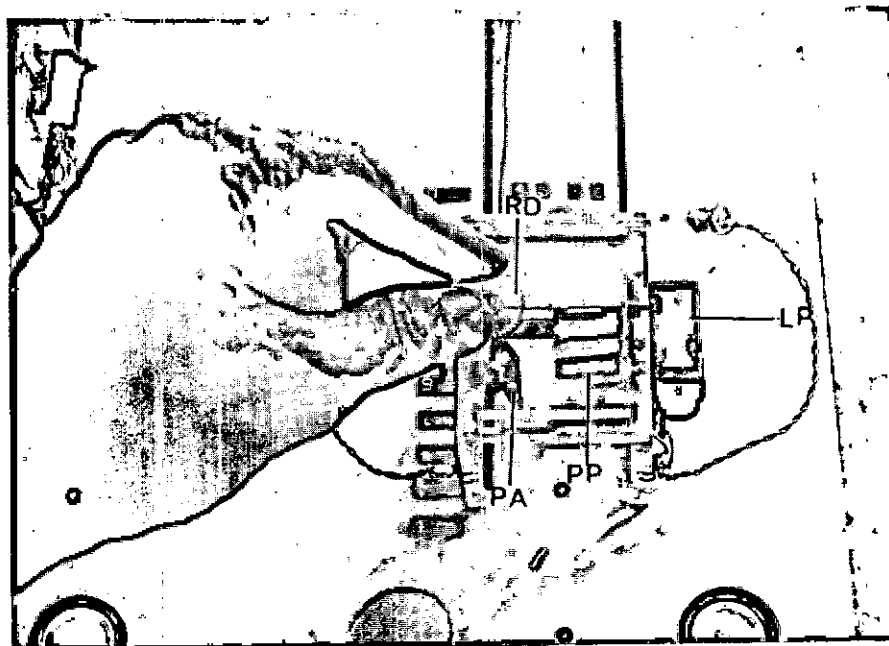
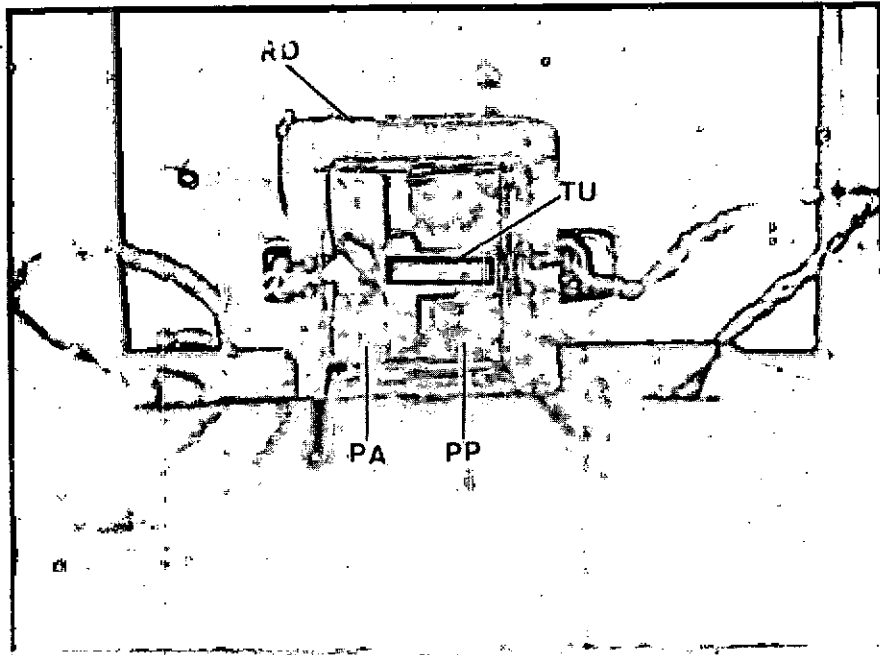
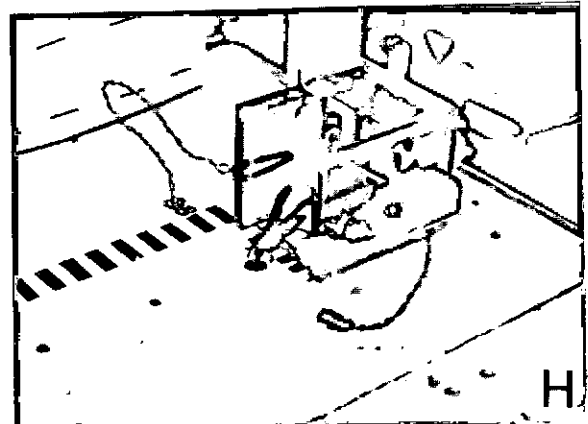
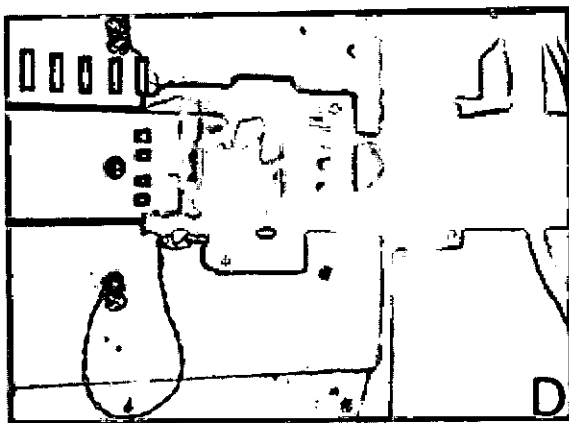
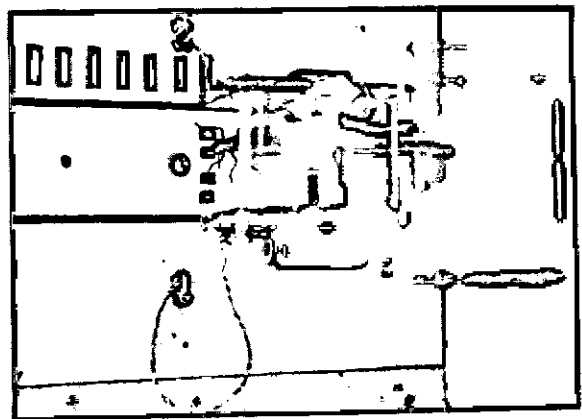
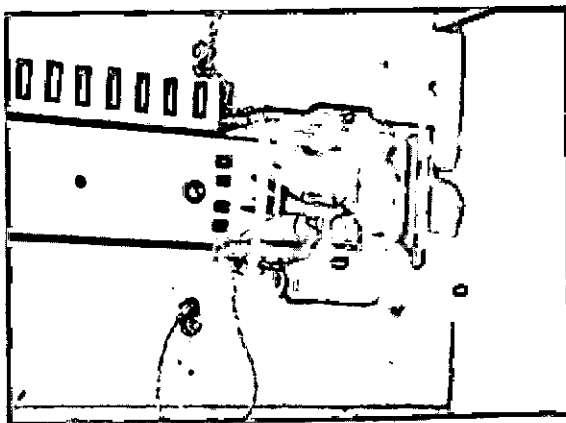
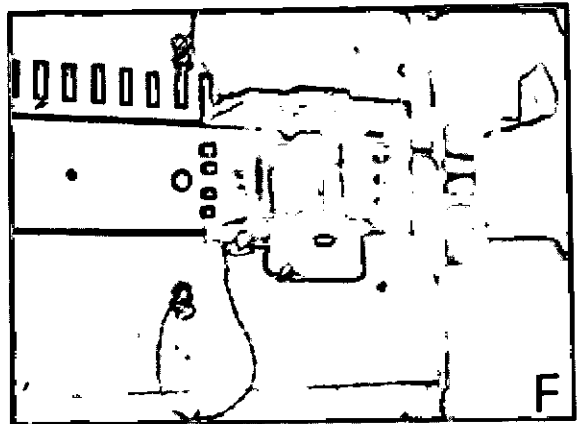
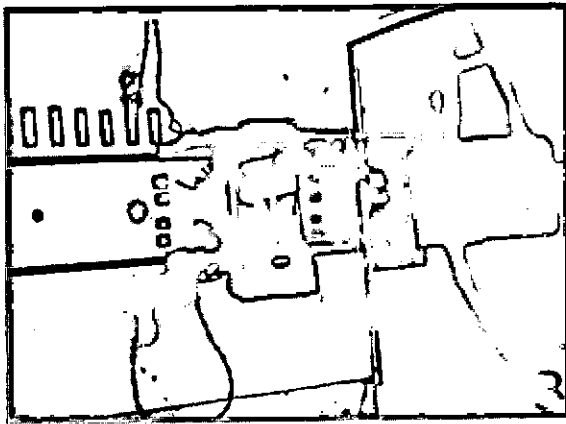
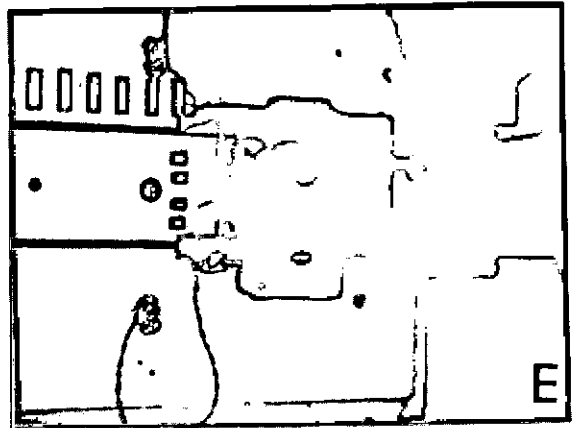
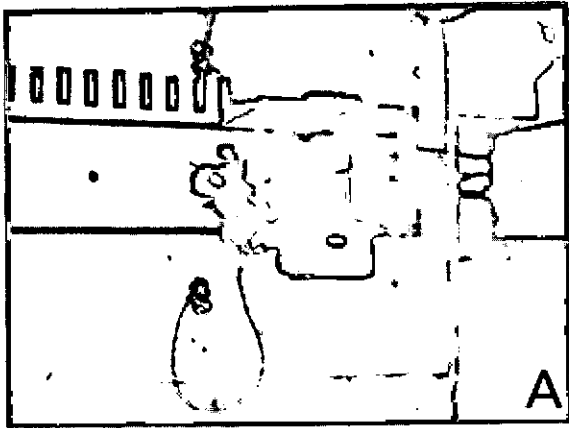


FIGURA 15 - Sequência de desempenho de IRE, até pressionamento da portinhola principal com liberação de alimento.

- (a) IRE entra no carrinho;
- (b) dirige-se à portinhola principal;
- (c, d) empurra a portinhola;
- (e, f, g,) volta-se para beber;
- (h) IRE bebe.



APÊNDICE I

APRENDIZAGEM INSTRUMENTAL EM POLISTES CANADENSIS - Filme em super-8, realizado no Laboratório de Comportamento Animal da Fundação Oswaldo Cruz, entre os anos de 1974 e 1976. A filmadora foi uma CANON "Auto-Zoom 814-E", super-8. Foram usadas películas Kodak "Ektachrome 40". A iluminação foi obtida através de refletores contendo tanto lâmpadas comuns de filamento, de até 150W, quanto lâmpadas "Super-flood" de 4 ou 6 horas de vida máxima. Cuidados especiais foram tomados para evitar que o excesso de iluminação ou temperatura interferisse no comportamento dos sujeitos filmados.

O filme tem 8 minutos de duração e mostra principalmente:

- aspectos da manutenção dos marimbondos em laboratório;
- o equipamento usado, fornecendo desde uma visão geral até a descrição de suas principais partes componentes;
- o processo de condicionamento, com descrição das operações efetuadas e da sequência de etapas, até a emissão, por parte do sujeito experimental, da resposta operante desejada, segundo os critérios pré-estabelecidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLOWAY, T.M., 1973 - Learning in insects except apoidea. In: Corning, W.C., Dyal, J.A., e Willows, A.O.D. (eds.), In - vertebrate Learning, New York, Plenum Press, 1973, vol. 2, p.p. 131-171.
- ALLOWAY, T.M., e ROUTTENBERG, A., 1967 - "Reminiscence" in the cold flour beetle (Tenebrio molitor). Science, 158: 1066 - 1067.
- ALLOWAY, T.M., 1972 - Retention of learning through metamorphosis in the grain beetle, Tenebrio molitor. Am.Zoologist, 12: 471-477.
- BEACH, F.A., 1950 - The snark was a boojum. Am. Psychologist, 5: 115-124.
- BERMANT, G. e ALCOCK, J., 1973 - Perspectives on Animal Behavior. In: Bermant, G. (ed.), Perspectives on Animal Behavior, Scott, Foresman & Co, 1973, Cap. 1, pp. 1-47.
- BITTERMAN, M. E., 1965 - Phyletic differences in Learning. Am-Psychologist, 20: 396-410.
- BOLLES, R.C., 1970 - Species-specific defense reactions and a voidance learning, Psychol. Rev., 77: 32-48.
- BOLLES, R.C., 1973 - The Comparative Psychology of Learning : The Selective Association Principle and Some Problems with "General" Laws of Learning. In: Bermant, G. (ed.), Perspectives on Animal Behavior, Scott, Foresman & Co., 1973, Cap. 9, pp. 280-306.
- BORSELINO, A., PIERATONI, R. e SCHIETTI-CAVAZZA, B., 1970 - Survival in adult mealworm beetles (Tenebrio molitor) of

- learning acquired at the larval stage. Nature (Lond.), 225: 963 - 964.
- BRELLAND, K. e BRELLAND, M., 1961 - The misbehavior of organisms. Am. Psychologist, 16: 661-664.
- BROWN, P.L., e JENKINS, H.M., 1968 - Auto-shaping of the pigeon's key-peck. J. Exp. Analysis Behav., 11: 1-8
- CARTHY, J.D., 1968 - El comportamiento de los artrópodos. Madrid, Editorial Alhambra, S.A.
- CHAUVIN, R., 1947 - Études sur le comportement de Blattella germanica dans divers types de labryrinthes. Bull. Biol. France Belg., 61: 92-128.
- COFER, C.N., e APPLEY, M.H., 1972 - Psicologia de la motivación, México, Editorial Trillas.
- DETHIER, V.G., e STELLAR, E., 1970 - Animal Behavior, 3ª edição. New Jersey, Prentice-Hall, Inc.
- DEWS, P.B., 1959 - Some observations on an operant in the octopus. J. Exptl. Anal. Behav., 2: 57-63.
- DYAL, J.A., e CORNING, W.C., 1973 - Invertebrate Learning and Behavior Taxonomies. In: Corning, W.C., Dyal, J.A., e Willows, A.O.D.(eds.), Invertebrate Learning, New York, Plenum Press, 1973, vol. 1, pp. 1-48.
- EBERHARD, M.J.W., 1969 - The Social Biology of Polistine Wasps. Michigan, Ann Arbor. Museum of Zoology, University of Michigan.
- EVANS, S.M., 1968 - Studies in invertebrate behavior. Londres, Heinemann Educational Books Ltda.
- EVANS, H.E., e EBERHARD, M.J.W., 1975 - The Wasps. Michigan, David & Charles.

- GARCIA, J., e KOELLING, R., 1966 - Relation of cue to consequence in avoidance learning. Psychonomic Science, 4: 123-124.
- GATES, M.F., e ALLEE, W.C., 1953 - Conditioned behaviour of isolated and grouped cockroaches on a simple maze. J. Comp. Psychol., 15: 331-358.
- HEBB, D.O., 1953 - Heredity and environment in mammalian behavior. Brit. J. Animal Behaviour, 1: 43-47.
- HINDE, R.A., 1966 - Animal Behaviour. New York, McGraw-Hill.
- HINDE, R.A., 1973 - Constraints on learning. In: Hinde, R.A., e Stevenson-Hinde, J. (eds.), Constraints on Learning, New York, Academic Press, 1973, pp. 1-37.
- HINDE, R.A., e STEVENSON-HINDE, J. (eds.), 1973 - Constraints on Learning. New York, Academic Press.
- HOAGLAND, H., 1931 - A study of the physiology of learning in ants. J. Gen. Psychol., 5: 21-41.
- HONIG, W.K., 1973 - Comments. In: Hinde, R.A., e Stevenson-Hinde, J. (eds.), Constraints on Learning, New York, Academic Press, 1973, pp. 203-206.
- KELLER, F.S., e SCHOENFELD, W.N., 1973 - Princípios de Psicologia. (Trad. Carolina Martuscelli Bori e Rodolpho Azzi) - 4ª reimpressão, São Paulo, EPU.
- LAHUE, R., e CORNING, W.C., 1975 - Synthesis: a comparative look at vertebrates. In: Corning, W.C., Dyal, J.A., e Willows, A.O.D. (eds.), Invertebrate Learning, New York, Plenum Press, 1975, vol. 3, pp. 147-178.
- LEHRMANN, D.S., 1955 - A Critique of Konrad Lorenz' Theory of Instinctive Behavior. Quart. Rev. Biol., 28: 337-363.
- LOCKARD, R.B., 1973 - Reflections on the fall of Comparative Psychology: Is there a message for us all? In: McGill, T.E. (ed.), Readings in Animal Behavior, 2ª ed., New York, Holt, Rinehart and Winston, 1973, pp. 22-32.

- LONGO, N., 1970 - A runway for the cockroach. Behav. Res. Methods Instrumentation, 2: 118-119.
- LORENZ, K., 1952 - King Solomon's Ring. Great Britain: Methuen & Co. Ltda.
- LORENZ, K., 1971 - Evolucion y modificacion de la conduta. México, Siglo Veintiuno Editores, S.A.
- MANNING, A., 1972 - An Introduction to Animal Behavior. 2ª edição. London, Addison-Wesley Publishing Company.
- MENZEL, R., e ERBER, J., 1978 - Learning and Memory in Bees. Scientific American, New York, 239: 80-87.
- MOORE, B.R., 1973 - The Role of Directed Pavlovian Reactions in Simple Instrumental Learning in the Pigeon. In: Hinde, R.A., e Stevenson-Hinde, J. (eds.), Constraints on Learning, New York, Academic Press, 1973, pp. 159-186.
- MURPHY, R.M., 1967 - Instrumental conditioning of the fruit fly, Drosophila melanogaster. Anim. Behav., 15: 153-161.
- MURPHY, R.M., 1969 - Spatial discrimination performance of Drosophila melanogaster: some controlled and uncontrolled correlates. Anim. Behav., 17: 43-46.
- NUÑEZ, J.A., 1970 - The relationship between sugar flow and foraging and recruiting behavior of honey bees (Anis mellifera, L.). Anim. Behav., 18: 527-538.
- PARDI, L., 1948 - Dominance order in Polistes wasps. Physiological Zoology, 21: 1-13.
- PAVLOV, I.P., 1927 - Conditioned reflexes. (Trad. G.V. Anrep). Londres: Oxford University Press.
- PESSOTTI, I., 1972 - Discrimination with light stimuli and a lever-pressing response in Melipona rufiventris. J. Apic. Res., 11: 89-93.

- RABAUD, E., 1926 - Acquisition des habitudes et repères sensoriels, chez les guêpes. Bull. Sci. France Belg., 60: 313-333.
- RAU, P., 1931 - Polistes wasps and their use of water. Ecology, 12: 690-693.
- RODRIGUES, V.M., 1968 - Estudo sobre vespas sociais do Brasil (Hymenoptera-Vespidae). Trabalho apresentado para obtenção do grau de Doutor em Ciências, pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Rio Claro - Universidade de Campinas.
- ROSS, H.H., 1965 - A Textbook of Entomology. 3ª edição, New York, Wiley.
- RUWET, JEAN-CLAUDE, 1975 - Etologia. Barcelona, Ed. Herder.
- SCHNEIRLA, T.C., 1929 - Learning and orientation in ants. Comp. Psychol. Monogr., 6, nº 4.
- SCHNEIRLA, T.C., 1941 - Studies on the nature of ant learning : I. The characteristics of a distinctive initial period of generalized learning. J. Comp. Psychol., 32: 41-82.
- SELIGMAN, M.E.P., 1970 - On the generality of the laws of learning. Psychological Review, 77: 406-418.
- SHEPARD, J., 1911 - Some results in comparative psychology. Psychol. Bull., 8: 41-42.
- SKINNER, B.F., 1938 - The behavior of Organisms: An Experimental Analysis. New York, Appleton-Century-Crofts.
- SKINNER, B.F., 1970 - Ciência e Comportamento Humano. (Tradução de João Cláudio Todorov e Rodolpho Azzi). 2ª edição, Brasília, Ed. da Universidade de Brasília.
- SZYMANSKY, J.S., 1912 - Modification of the innate behavior of cockroaches. J. Anim. Behav., 2: 81-90.

- THOMPSON, T.I., 1963 - Visual reinforcement in Siamese fighting fish. Science, N. Y., 141: 55-57.
- THORNDIKE, E.L., 1911 - Animal Intelligence: Experimental Studies. New York. Macmillan.
- THORPE, W.H., 1956 - Learning and Instinct in Animals. Londres, Methuen.
- TINBERGEN, N., 1951 - The Study of Instinct. Oxford: Clarendon Press.
- TURNER, C.H., 1912 - An experimental investigation of an apparent reversal of response to light of the reach (Periplaneta orientalis L.). Biol. Bull., 23: 371-386.
- van der HEYDE, H.C., 1920 - Quelques observations sur la psychologie des fourmis. Arch. Néerl. Physiol., 4: 259-282.
- VERLAINE, L., 1925 - L'instinct et l'intelligence chez les hyménoptères: V. La traversée d'un labyrinthe par des guêpes et des bourdons (Vespa germanica Linn., V. crabro Linn., Bombus terrestris Linn., et B. sylvarum Linn.). Ann. Soc. Roy. Zool. Belg., 56: 33-98.
- von FRISCH, K., 1967 - The dance language and orientation of bees. Cambridge. Mass., Harvard University Press.
- VOWLES, D.M., 1965 - Maze learning and visual discrimination in the wood ant (Formica rufa). Brit. J. Psychol., 56:15-31
- WELLS, M.J., 1965 - learning and movement in octopuses. In: Thorpe, W.H., e Davenport, D. (eds.), Learning and Associated Phenomena in Invertebrates. Anim. Behav., 13, suppl.1, 115-127.
- ZAJONC, R.B., HEINGARTNER, A., e HERMAN, E.M., 1969 - Social enhancement and impairment of performance in the cockroach. J. Personal. Soc. Psychol., 13: 83-92.

Dissertação apresentada ao Departamento de Psicologia da
PUC/RJ, fazendo parte da Banca Examinadora os seguintes
professores:

Charles Alfred Esberard

nome

CHARLES A. ESBERARD

orientador

Marise Becker Jurberg

nome

MARISE B. JURBERG

Estácio Soares Leite

nome

ESTÁCIO SOARES LEITE

Visto e permitida a impressão

Rio de Janeiro,

Vera Maria F. Candau

Vera Maria Ferrão Candau
Coordenadora dos programas de
Pós-Graduação do Centro de Teo-
gia e Ciências Humanas.