

**Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Estatística**

**Tutorial de Instalação,
Acesso e Utilização dos
Programas CAPTURE e
2CAPTURE**

C. Q. da-Silva

**Relatório Técnico
RTE-02/2001**

**Relatório Técnico
Série Ensino**

**Tutorial de instalação, acesso e utilização dos programas
CAPTURE e 2CAPTURE**

Cibele Queiroz da Silva
Departamento de Estatística
Cibeleqs@est.ufmg.br
<http://www.est.ufmg.br/~cibeleqs>

Junho, 2001

Instituto de Ciências Exatas
Universidade Federal de Minas Gerais

Prefácio

Os *softwares* CAPTURE e 2CAPTURE são programas bem conhecidos dos Ecólogos no exterior, principalmente nos EEUU, aonde foi criado. Estes *softwares* são úteis em problemas envolvendo experimentos de captura-recaptura em que o objetivo é o de se estimar o tamanho de uma população animal. No Brasil estes *softwares* ainda são pouco utilizados. Isto se deve em grande parte pela falta de divulgação dos mesmos na comunidade acadêmica, e pela falta de um manual que esteja em português, e que explique razoavelmente os mecanismos de entrada de dados. Deve-se levar em conta que estes *softwares* foram originalmente escritos em FORTRAN, mas são apresentados como uma linguagem interpretada, proporcionando um ambiente mais amigável ao usuário. Porém, a entrada de dados deve ser feita da mesma maneira como no FORTRAN, isto é, deve-se especificar um formato de leitura. Um usuário que seja totalmente leigo quanto ao uso da linguagem FORTRAN pode considerar tais *softwares* de difícil utilização. No caso do *software* 2CAPTURE que é interativo, alguns dos procedimentos descritos nos manuais originais não são claros, deixando uma série de dúvidas quanto a forma de acesso aos mesmos.

Este trabalho tem como objetivos divulgar os *softwares* CAPTURE e 2CAPTURE, disponibilizar um manual em português, explicar detalhadamente mecanismos de entrada de dados, e elucidar a forma de acesso a determinados procedimentos de 2CAPTURE.

Os modelos de captura-recaptura disponíveis em CAPTURE e 2CAPTURE são todos adequados apenas para populações demograficamente fechadas, isto é, populações nas quais não ocorrem mortes ou recrutamento. Estes programas oferecem rotinas que permitem escolher dentre onze possibilidades o modelo de captura-recaptura que melhor se ajusta aos dados.

A motivação deste trabalho foi preparar um tutorial sobre os *softwares* CAPTURE e 2CAPTURE para ser utilizado no curso *Introdução à Estimação de Abundância Animal* a ser oferecido no Instituto de Biologia da UNICAMP em junho de 2001.

Conteúdo

Prefácio	<i>iii</i>
1. O <i>software</i> CAPTURE	1
1.1 Instalando o <i>software</i>	1
1.2 Tipos básicos de arquivos utilizados no CAPTURE.....	2
1.3 Iniciando uma sessão	2
1.4 Exemplo de comandos - formatos de entrada.....	3
1.5 Descrição detalhada dos comandos de entrada de dados.....	4
1.6 Quando as histórias de captura não estão disponíveis.....	7
1.7 Testando se uma população é fechada.....	10
1.8 Seleção de um modelo e estimação.....	10
2. O <i>software</i> 2CAPTURE	12
2.1 Exemplo utilizando apenas estatísticas mínimas suficientes.....	13
2.2 Exemplo utilizando a leitura de um arquivo externo de dados.....	14
Bibliografia	16

CAPÍTULO 1 - O *software* CAPTURE

A primeira versão do *software* CAPTURE foi desenvolvida por Ken Burnham e Gary White em 1978. Estes professores trabalham no Departamento de Pesca e Biologia animal da Universidade Estadual do Colorado - EEUU. De lá para cá o software tem sido melhorado. As referências bibliográficas mais importantes sobre o software são as de Otis *et al.* (1978), White *et al.* (1982). A última referência contém um manual do usuário e vários exemplos para o CAPTURE. Para obter uma cópia do manual consulte o endereço a seguir.

http://www.cnr.colostate.edu/class_info/fw663/White1982/appendixa.pdf

Os seguintes *softwares* podem ser obtidos gratuitamente a partir da página na Web do Departamento de Pesca e Biologia animal da Universidade Estadual do Colorado: FORTRAN da Microsoft para PC's, FORTRAN Ryan-McFarland para PC's , e código fonte para o CAPTURE estão armazenados nos subdiretórios

pub/capture/unix-src, pub/capture/ms-src, and pub/capture/rm-src

também disponível via ftp anonymous para [ftp.cnr.colostate.edu](ftp://cnr.colostate.edu).

Para maiores informações entre em contato com Ken Burnham (kenb@lamar.colostate.edu) or Gary White. (gwhite@cnr.colostate.edu).

Mais alguns endereços úteis:

<http://www.colostate.edu/depts/coopunit/>

http://www.cnr.colostate.edu/class_info/fw663/Frame1.html#SOFTWARE

1.1 INSTALANDO O SOFTWARE CAPTURE

1. Utilizando o sistema Windows crie um diretório chamado Capture1 no diretório raiz do disco C.

1. Copie o arquivo Capture.zip do disquete "Capture" no diretório Capture1.

2. Descomprima Capture.zip utilizando o software Winzip. Com isto você obterá os arquivos,

- * **Captin.mon**
- * **Capture.exe**
- * **Car.dat**
- * **Car.out**
- * **Readme.1st**

1.2 TIPOS BÁSICOS DE ARQUIVOS UTILIZADOS NO CAPTURE:

*.inp: arquivo de entrada em formato ASCII contendo linhas de comando e, possivelmente, dados brutos.

*.out: arquivo de saída contendo sumário e resultados de análises de uma sessão de CAPTURE.

1.3 INICIANDO UMA SESSÃO

1. Clique em "iniciar", acesse "programas" e então "*Prompt* de comando". Com isto você obtém uma tela no DOS com *prompt*,
C:\>

2. Acesse o diretório Capture1 através do comando "cd":
C:\cd Capture1

3. liste os arquivos existentes com o comando "dir":
C:\CAPTURE1\dir

4. Crie arquivos de entrada de dados com extensão .inp (*input*) e .out (saída). Abra com o software *Wordpad*.

5. Execute o CAPTURE:
C:\CAPTURE1\capture i=cap0.inp o=cap0.out

CAPABILIDADE: 18 ocasiões amostrais, experimentos com 1000 animais, e 8 "nest grids" para a estimação de densidade.

1.4 EXEMPLO DE COMANDOS EM UMA SESSÃO DO CAPTURE

Os arquivos do tipo *.inp devem seguir a seguinte estrutura:

title='título de sua escolha'

task read captures (matriz) (ex: x matrix) occasions=(# de ocasiões) summary

file=opcional

data='descrição dos dados' (opcional)

format='formato do arquivo de dados (FORTRAN)' exemplo: '(a4,10f2.0)'

read input data

os dados são dispostos aqui

task closure test (testa se a população é fechada)

task model selection (seleciona o modelo mais apropriado)

task population estimate appropriate

FORMATOS EM FORTRAN: T, X, A, I, F.

T e X indicam espaços em branco no *input* que o programa deve ignorar.

A indica uma informação alfanumérica (palavras ou letras).

I é um descritor para números inteiros e NUNCA é utilizado para a leitura de informações no CAPTURE.

F é um descritor indicando um número real

Exemplo: format(T20,A3,7X,11F1.0)

	1	2	3	4
	1234567890	1234567890	1234567890	1234567890
exemplo de	format	332	10101010101	

O format acima executa as seguintes operações:

- * Ignore a informação que vem antes da coluna 20 fazendo a leitora "saltar" para esta posição: T20.
- * Leia os três caracteres (colunas 20-22) como alfa: A3.
- * Reconheça os sete espaços em branco que se seguem: 7X.
- * Leia as onze colunas representando uma história de captura: 11F1.0.

1.5 DESCRIÇÃO DETALHADA DOS COMANDOS ENTRADA DE DADOS

DADOS CONSIDERANDO HISTÓRIAS DE CAPTURAS

Há quatro formatos de leitura das histórias de capturas:

X matrix

XY reduced

XY complete

Non XY

1.5.1 X matrix:

Este comando lê os dados brutos - uma matriz X_{ij} de zeros e uns, onde 1=captura, 0=não captura. Neste caso, apenas abundância pode ser estimada, mas não densidade (número de animais por unidade de área).

Exemplo1.5.1:

```
title='exemplo1.5.1'  
task read captures x matrix occasions=8
```

```

format='(A4,8F1.0)'
data='meus dados'
read input data
A00110110110
A00210110110
...
task model selection

```

1.5.2 XY reduced:

Este é o formato *default*- não é necessário descrever um "format". A forma deste *input* é a identificação do animal, ocasião em que o animal foi capturado pela primeira vez, coordenadas x,y da primeira captura, segunda ocasião em que o animal foi capturado, coordenadas x,y da segunda captura, etc. Portanto, dados são especificados somente quando o animal é capturado.

Exemplo1.5.2:

```

title='exemplo1.5.2'
task read captures occasions=8 xy reduced
(tambem pode ser escrito como: task read captures occasions=8)
data='meus dados'
read input data
1 1 5 2 3 7 2 4 8 1 6 6 2 7 7 2
2 2 9 2 3 9 2 6 9 2 7 8 3 8 9 3
....

```

1.5.3 XY complete:

A forma deste *input* é a identificação do animal, coordenadas x,y da ocasião 1, coordenadas x,y da ocasião 2, etc. A especificação de um *format* é obrigatória.

Exemplo1.5.3:

```

title='Exemplo 1.5.3'
task read captures occasions=6 xy complete
data='meus dados'
format='(10x,a5,25x,6(2f2.0))'
read input data
sage cr 75 112 f 30.0 em 9 5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

```

```
sage cr 75 118 m 41.0 em 1 9 1 9 1 8 0 0 111 0 0
sage cr 75 128 f 25.0 em 5 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
sage cr 75 133 f 45.0 em 7 4 0 0 0 0 1 4 0 0 0 0
.....
```

1.5.4 Non XY :

As coordenadas das armadilhas são ignoradas. Neste caso, apenas abundância pode ser estimada, mas não densidade (número de animais por unidade de área). Especificação de *format* é obrigatória.

Exemplo 1.5.4:

```
title='Exemplo 1.5.4'
data='Simulated data under model M(o).'
task read captures occasions=5 non xy
data='Test of non xy option of read captures'
format='(a3,36f3.0)'
read input data
1 1 2 3 4 5
2 1 2 3 4 5
3 1 2 3 4
4 1 2 3 4 5
5 1 2
```

1.6 QUANDO AS HISTÓRIAS DE CAPTURA NÃO ESTÃO DISPONÍVEIS

Quando informações sobre as histórias de captura não estão disponíveis, o usuário pode utilizar o programa entrando com informações sobre as estatísticas mínimas suficientes. Cada estimador (e modelo) requer um conjunto específico de estatísticas suficientes para que o tamanho populacional possa ser estimado.

1.6.1 - O modelo $M(o)$

As estatísticas mínimas suficientes para o modelo $M(o)$ são o número de ocasiões amostrais (t), o número total de capturas (soma dos tamanhos

amostrais) (n), e o numero de animais distintos capturados ao longo do experimento ($M(t+1)$).

Exemplo:

```
task read population null
5,238,98,'Simulated data under model M(o)'
task population estimate
```

ou seja, queremos gerar dados com as seguintes especificações:

modelo: M(o)

- * numero de ocasiões amostrais: 5
- * numero de animais distintos capturados: 98
- * soma dos tamanhos amostrais: 238

1.6.2 - O modelo M(h)

As estatísticas mínimas suficientes para o modelo M(h) são o número de ocasiões amostrais (t), o número indivíduos capturados uma vez ($f(1)$), duas vezes ($f(2)$), três vezes ($f(3)$), etc.

Exemplo:

```
title='Exemplo 1.6.2, M(h)'
task read population Jackknife
3
20 12 5
task population estimate
```

1.6.3 - O modelo M(bh)

As estatísticas mínimas suficientes para o modelo M(bh) são o número de ocasiões amostrais (t), o número indivíduos não marcados capturados em cada ocasião ($u(i)$).

Exemplo:

title='Exemplo 1.6.3, M(bh)'
task read population Removal
3
30 15 20
task population estimate

1.6.4 - O modelo $M(t)$

As estatísticas mínimas suficientes para o modelo $M(t)$ são o número de ocasiões amostrais (t), o número de animais distintos capturados ao longo do experimento ($M(t+1)$), e o número de indivíduos capturados em cada ocasião amostral ($n(i)$). Naturalmente cada $n(i)$ deve ser menor do que $M(t+1)$.

Exemplo:

title='Exemplo 1.6.4, M(t)'
task read population darroch
5 127
28 53 50 60 37
task population estimate

1.6.5 - O modelo $M(b)$

As estatísticas mínimas suficientes para o modelo $M(b)$ são o número de ocasiões amostrais (t), o número indivíduos não marcados capturados em cada ocasião ($u(i)$).

title='Exemplo 1.6.5, M(b)'
task read population Zippin
5
9 6 3 11 4
task population estimate

Os seguintes modelos só estão implementados em 2CAPTURE (versão interativa de CAPTURE). É necessário ter um computador com coprocessador matemático. Este *software* se encontra disponível no endereço

1.6.6 - O modelo Chao $M(t)$

As estatísticas mínimas suficientes para o modelo Chao $M(t)$ são o número de ocasiões amostrais (t), o número indivíduos capturados uma vez ($f(1)$), duas vezes ($f(2)$), três vezes ($f(3)$), etc.

1.6.7 - O modelo Chao $M(h)$

As estatísticas mínimas suficientes para o modelo Chao $M(h)$ são o número de ocasiões amostrais (t), o número indivíduos capturados uma vez ($f(1)$), duas vezes ($f(2)$), três vezes ($f(3)$), etc., e o número de indivíduos capturados somente na ocasião 1 ($z(1)$), somente na ocasião 2 ($z(2)$), etc. A soma dos $z(i)$ deve ser igual a $f(1)$.

1.6.8 - O modelo $M(tb)$

As estatísticas mínimas suficientes para o modelo $M(tb)$ são o número de ocasiões amostrais (t), o número de indivíduos capturados em cada ocasião amostral ($n(i)$), e o número de indivíduos marcados na população imediatamente anterior a cada ocasião ($M(i-1)$).

1.7 TESTANDO SE UMA POPULAÇÃO É FECHADA:

o comando "task closure test" invoca um procedimento que nos ajuda a decidir se a suposição de que a população é fechada é razoável para um conjunto de dados. O único parâmetro a ser especificado é o número de ocasiões amostrais envolvidas no teste:

exemplo - occasions=1-12 (entre, digamos, 15 ocasiões).

O *default* do teste é que todas as ocasiões amostrais sejam consideradas. Todos os testes deste tipo assumem como pressuposto básico que os dados podem ser ajustados ou pelo modelo $M(o)$ ou pelo modelo $M(t)$, desta forma, se os dados são gerados por outros modelos (particularmente o $M(b)$), os testes tendem a rejeitar a hipótese nula (H_0 : a população é fechada) quando de fato H_0 é

verdadeira (erro tipo I). Como estes testes são muito sensíveis (podemos dizer ruins - raramente a conclusão dada pelo teste é a correta), tendendo a rejeitar H_0 ainda que H_0 seja verdadeira, devemos nos assegurar de que o pressuposto de população fechada é razoável realizando experimentos tão breves (curtos) quanto possível. Devemos verificar também se o experimento não se dá numa época de migração ou recrutamento.

1.8 SELEÇÃO DE UM MODELO E ESTIMAÇÃO

o comando "task model selection" invoca um algoritmo de seleção de modelos. Os dados são examinados por uma série de testes com o propósito de se verificar se efeitos tais com heterogeneidade nas probabilidades de captura, efeitos de comportamento ou efeitos devidos a ocasião amostral estão presentes. Uma função de discriminação seleciona o teste mais adequado para os dados tendo como base tais testes. Se o usuário quiser que sejam calculadas estimativas de N sob todos os modelos deve usar o comando **task population estimate all**. Para diminuir a quantidade de informações impressas pelo software, após a seleção do modelo ter sido feita, deve-se determinar que apenas a estimativa "apropriada" sob o modelo escolhido seja impressa. Vide o exemplo a seguir:

task population estimate appropriate darroch

Isto funciona bem na versão interativa de CAPTURE, 2CAPTURE. Quando se utiliza o CAPTURE, tem-se que executar o processo acima em dois passos: um para a seleção do modelo, e o outro, após observar o modelo escolhido, executar o programa novamente com o comando "appropriate". Veremos na próxima seção como utilizar o software 2CAPTURE.

CAPÍTULO 2 - O *software* 2CAPTURE

O *software* 2CAPTURE proporciona uma interface interativa. O programa pode ser obtido gratuitamente com Ken Burnham no endereço kenb@lamar.colostate.edu. O *software* possui seu próprio manual.

2.0.1 - Para iniciar uma sessão de 2CAPTURE clique duas vezes em 2capture.exe. Aparecerá a tela da figura 1 com as opções **Title**, **Read**, **Testing**, **Estimation**, **Simulation** e **Execute**.

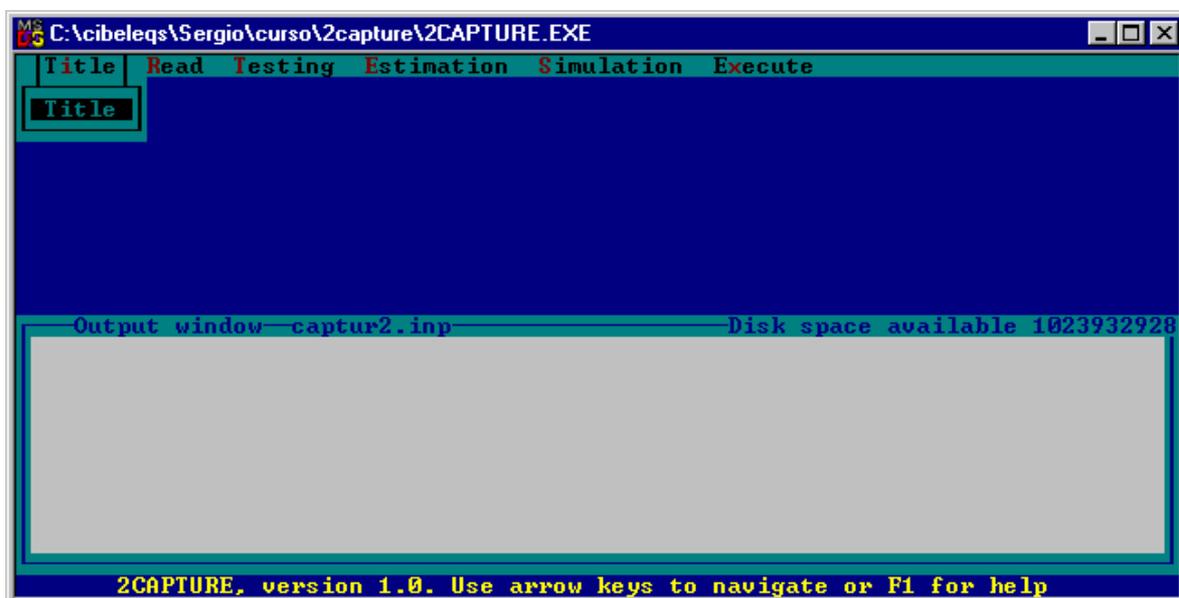


Figura 1: Menu principal

2.0.2 - Clique em "Title" e pressione a tecla enter. Digite o título de seu projeto, por exemplo, teste1, e tecla "enter". Se o título estiver correto tecla *y*, caso contrário tecla *n* e reescreva o título. Observe que o título dado aparecerá na tela "Output window" na cor cinza.

2.0.3 - Para avançar para uma outra operação use as setas do teclado. Para retroceder use a tecla "esc". É possível acessar opções de cada comando ao teclar a letra em vermelho.

2.0.4 - Para encerrar uma sessão de 2CAPTURE, utilize as setas do teclado: vá até Execute e tecla *t*.

2.1 EXEMPLO UTILIZANDO APENAS AS ESTATÍSTICAS MÍNIMAS SUFICIENTES.

Objetivo: estimar N utilizando o modelo de Darroch no caso do Exemplo (1.6.4) descrito acima.

2.1.1 - Lendo os dados:

Tecla r , e em seguida p (para acessar a opção "read population") - então tecla d (para acessar o modelo de Darroch). Informe o numero de ocasiões: Occasions = 5 (tecle enter). Informe o numero de indivíduos distintos capturados ao longo do experimento: $M(t+1) = 127$ (tecle enter).

Informe cada tamanho de amostra obtida em cada ocasião amostral:

28 (enter) 53 (enter) 50 (enter) 60 (enter) 37 (enter)

Confira suas opções na tela cinza (figura 2).

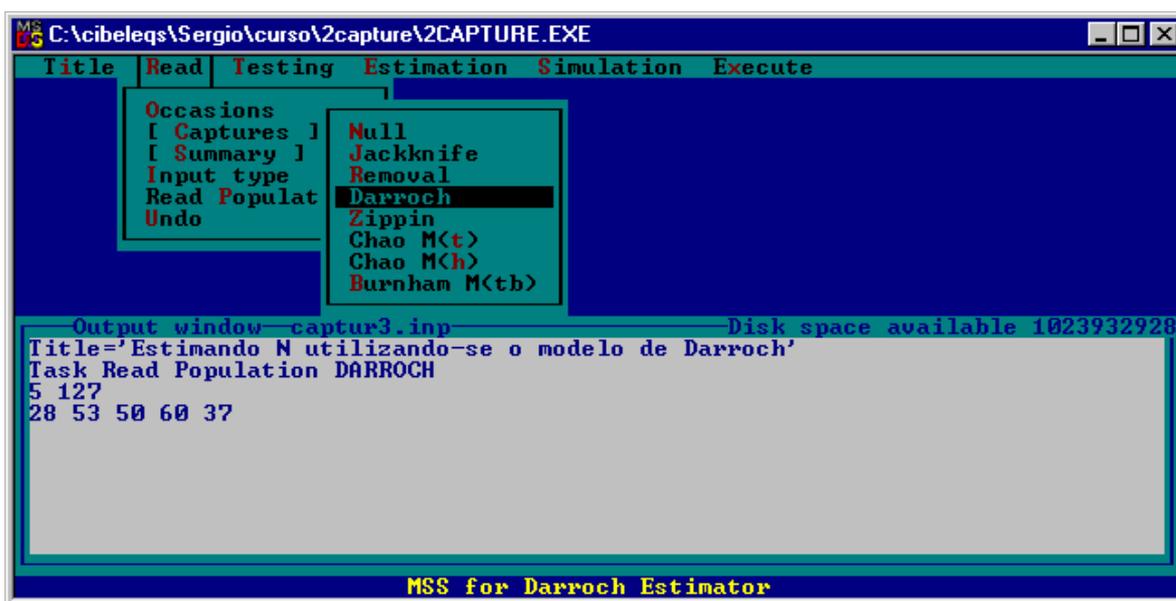


Figura 2: Estimação de N utilizando estatísticas mínimas suficientes

2.1.2 - Pressione esc até voltar em "Title" e, com o auxílio das setas, vá até o comando "Estimation". Selecione "Abundance" ou tecla a . Tecla o (para Ok) e, utilizando as setas, vá até o comando "Execute" - tecla e . Depois tecla b para ver

a saída do programa. Use as teclas "Page up" e "Page down" para mover a tela de saída.

2.1.3 - Abandone a tela de saída do programa teclando *x*.

2.1.4 - Encerre a sessão de 2CAPTURE utilizando as setas do teclado. Vá até Execute e tecla *t*.

2.2. EXEMPLO UTILIZANDO A LEITURA DE UM ARQUIVO EXTERNO DE DADOS.

2.2.1 - O arquivo de dados terá que ser um arquivo texto (extensão txt).

2.2.2 - Vamos utilizar o exemplo descrito no item 1.5.3 acima.

2.2.3 - **Mãos à obra:**

* Inicie uma sessão de 2CAPTURE.

* Em "Title" escreva "Otis (1978) pg. 27".

* Em "Read" selecione "Occasions" e tecla 6 (um total de seis ocasiões amostrais).

* Selecione "input type" e "xy complete".

* O *software* perguntará se você deseja ler seus dados de um arquivo externo. Responda afirmativamente teclando *y*. Informe o nome do arquivo: otispg27.txt

* Informe o formato FORTRAN de leitura: 10x,a5,25x,6(2f2.0))

Nota: Embora o format acima pareça desbalanceado devido ao termo ")" em excesso, o programa tem um "bug" que torna isto necessário.

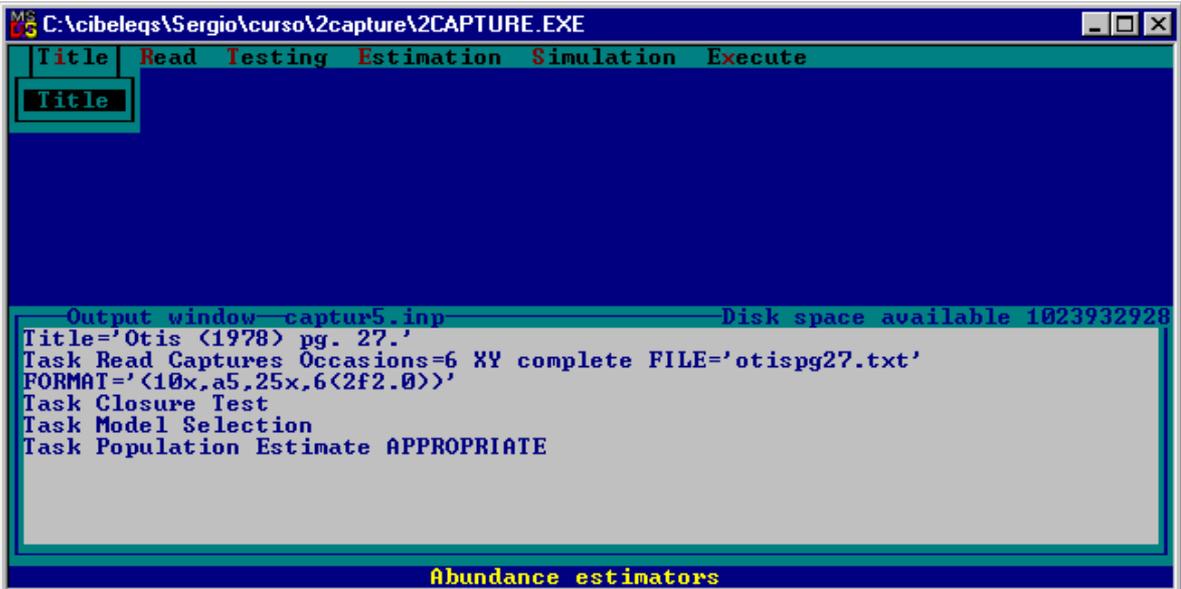
Selecione as opções de sua sessão 2CAPTURE

Queremos testar se a população é fechada e selecionar o melhor modelo para os dados.

* Proceda a um teste para verificar se a população é fechada: Saia dos menus secundários utilizando a tecla "esc". Vá até "Testing" e selecione c (para Closure test).

* Com as teclas de setas selecione "Model selection".

* Saia do menu secundário com "esc" e vá até "Estimation". Selecione "Abundance", "Estimators" e então "Appropriate". Confira suas opções na tela cinza, apresentada na figura 3.



The screenshot shows a DOS-style window titled "C:\cibeleqs\Sergio\curso\2capture\2CAPTURE.EXE". The main menu has options: Title, Read, Testing, Estimation, Simulation, and Execute. The "Estimation" option is highlighted. Below the menu is an "Output window" with the following text:

```
Output window—captur5.inp—Disk space available 1023932928
Title='Otis (1978) pg. 27.'
Task Read Captures Occasions=6 XY complete FILE='otispg27.txt'
FORMAT='(10x,a5,25x,6(2f2.0))'
Task Closure Test
Task Model Selection
Task Population Estimate APPROPRIATE
```

At the bottom of the window, the text "Abundance estimators" is displayed in yellow.

Figura 3: Estimação e seleção de modelos - utilização de arquivo externo

* Vá até o comando "Execute" e então analise a saída com o "Browse".

Bibliografia

Otis, D. L., K. P. Burnham, G. C. White, and D. R. Anderson. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monographs* 62. 135 pp.

White, G. C., D. R. Anderson, K. P. Burnham, and D. L. Otis. 1982. Capture-recapture and removal methods for sampling closed populations. Los Alamos National Laboratory LA-8787-NERP. 235 pp.