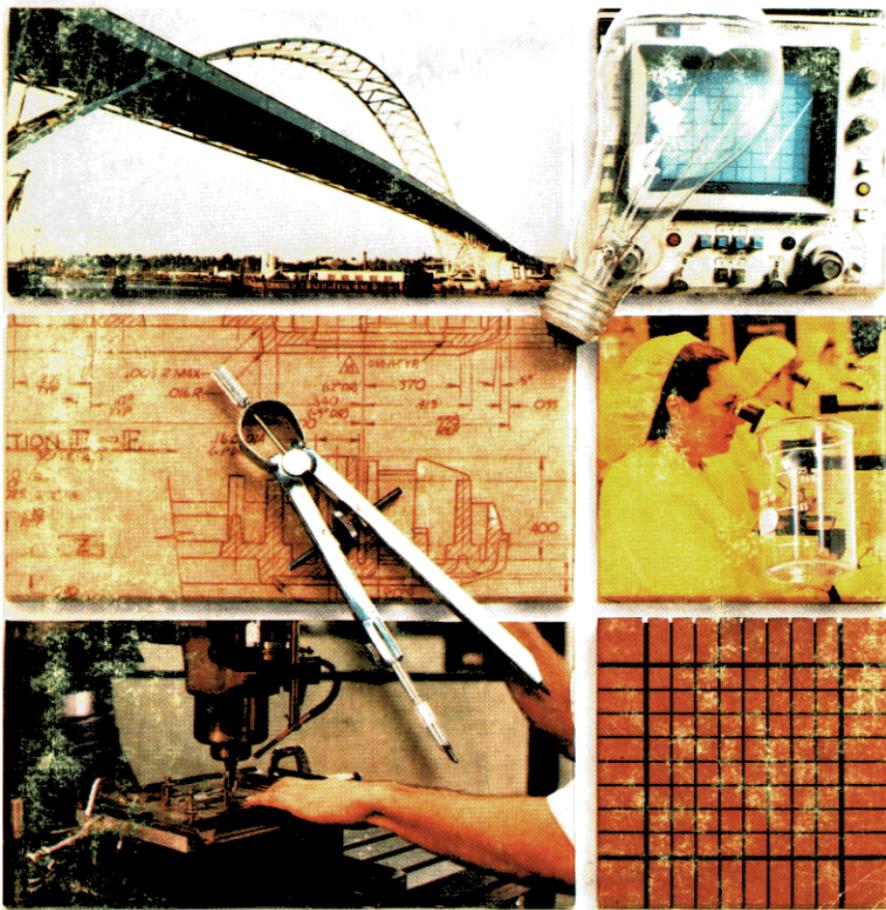


HEWLETT-PACKARD

# HP-11C

MANUAL DO PROPRIETÁRIO  
E GUIA PARA  
SOLUÇÃO DE PROBLEMAS



## **ADVERTÊNCIA**

Os programas incluídos neste manual não estão cobertos por qualquer tipo de garantia por parte da Hewlett-Packard, no tocante à sua adequação para comercialização ou utilização com qualquer propósito específico. Os programas são fornecidos somente a título de ilustração e todos os riscos decorrentes de deficiências em sua qualidade e desempenho serão inteiramente do usuário. No caso desse material se mostrar defeituoso, o usuário (e não a Hewlett-Packard ou qualquer outra empresa) deverá arcar com todos os custos associados à sua correção e aqueles decorrentes dos danos provocados por sua utilização. A Hewlett-Packard não assume qualquer responsabilidade por quaisquer danos incidentes ou decorrentes do fornecimento, uso ou desempenho desses programas.



**HP-11C**

**Manual do Proprietário**  
**e**  
**Guia para Solução de Problemas**

**Novembro 1981**

00011 - 90007 - REV. E - ABRIL 84

## Introdução

**Parabéns!** Ao escolher esta calculadora, com Memória Contínua, você demonstrou seu interesse na qualidade, capacidade e facilidade de uso da sua HP-11C. Este manual descreve os múltiplos recursos da calculadora e o ajudará a entendê-los com facilidade, mesmo aqueles com os quais você não estiver familiarizado.

**Conceitos Básicos da HP-11C, Programando a HP-11C e Programas de Aplicação.** O manual da sua HP-11C foi dividido em três partes principais. As partes I e II cobrem o uso do teclado e os recursos de programação, os quais lhe serão familiares se você já tiver usado outras calculadoras programáveis HP. A parte III fornece uma grande variedade de programas de aplicação, além de informações adicionais sobre conceitos básicos de programação. Sugerimos, no entanto, que você adquira alguma experiência usando a sua HP-11C, antes de ler qualquer uma destas três partes. Para isso, examine o material introdutório denominado A Sua HP-11C, A Solução para seus Problemas, na página 9.

**Resumo das Seções sobre Programação.** No início de cada seção da parte II (Seções 5 a 9) foi feita uma abordagem resumida das características operacionais contidas na mesma. Tais informações serão suficientes, com referência ao material dessa seção, se você já tiver experiência na criação, execução e edição de programas numa outra calculadora HP. Se esta for a sua primeira calculadora HP, é importante que você leia todo o material de cada seção para ter um conhecimento mais detalhado de tópicos selecionados, através de exemplos e/ou análises.

# Índice

<b>Introdução</b>	<b>2</b>
<b>O Teclado e a Memória Contínua da HP-11C</b>	<b>8</b>
<b>A Sua HP-11C: A Solução para seus Problemas</b>	<b>9</b>
Soluções Manuais	10
Soluções Programadas	12
<b>Parte I: Conceitos Básicos da HP-11C</b>	<b>15</b>
<b>Seção 1: Introdução ao Uso</b>	<b>16</b>
Ligando e Desligando a Calculadora	16
O Visor	16
Marca de Raiz e Separador de Grupos de 3 Dígitos	16
Anúncios	16
Números Negativos	17
Apagando o Visor: <b>CLx</b> e 	17
Executando um Programa ("running")	18
Ultrapassagem da Capacidade da Calculadora	18
Mensagens de Erro	19
A Memória	19
A Memória Contínua	19
Apagando a Memória	20
Operação pelo Teclado	20
Funções Primárias e Alternativas	20
Apagando Prefixos	21
Funções de um Número	21
Funções de Dois Números	21
<b>Seção 2: A Pilha Automática de Memória, ÚLTIMO X, e o Armazenamento de Dados</b>	<b>26</b>
A Pilha Automática de Memória e sua Manipulação	26
Funções para Manipulação da Pilha Operacional	27
Funções da Calculadora e a Pilha Operacional	29
Funções de Dois Números	30
Cálculos em Cadeia	31
LAST X (ÚLTIMO X)	33
Aritmética com Constante	35
Operações com Registradores de Armazenamento	37

Armazenando Números	37
Recuperando Números	38
Exercícios sobre Armazenamento e Recuperação	39
Como Apagar os Registradores de Armazenamento de Dados	39
Aritmética com Registradores de Armazenamento	39
Exercícios sobre Aritmética com Registradores de Armazenamento	40
Problemas	41
<b>Seção 3: Funções Numéricas</b>	<b>43</b>
Pi	43
Funções para a Alteração de Números	43
Funções de um Número	44
Funções Gerais	44
Operações Trigonométricas	46
Conversões de Tempo e Ângulos	47
Conversão Graus/Radianos	48
Funções Logarítmicas	49
Funções Hiperbólicas	49
Funções de Dois Números	50
Potenciação	50
Porcentagens	50
Conversão de Coordenadas Polares/Retangulares	52
Probabilidade	53
Funções Estatísticas	55
Gerador de Números Aleatórios	55
Acumulando Estatísticas	56
Corrigindo Estatísticas Acumuladas	60
Média	61
Desvio Padrão	62
Regressão Linear	64
Estimação Linear e Coeficiente de Correlação	66
<b>Seção 4: Controle do Visor</b>	<b>69</b>
Controle do Modo de Apresentação no Visor	69
Apresentação em Ponto Decimal Fixo	69
Apresentação em Notação Científica	70
Apresentação em Notação de Engenharia	72
Introduzindo Expoentes	73
Arredondamento no Décimo Dígito	75

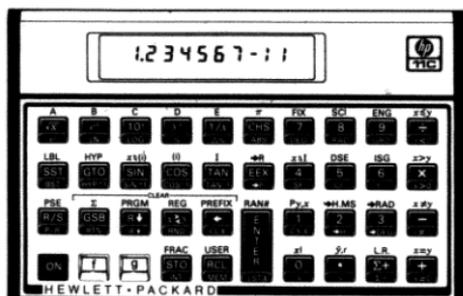
<b>Parte II: Programando a HP-11C</b> .....	<b>77</b>
<b>Seção 5: Conceitos Básicos de Programação</b> .....	<b>78</b>
O que é um Programa? .....	78
Por que escrever Programas? .....	78
Controle do Programa .....	78
Realocação Automática de Memória .....	78
<b>MEM</b> .....	81
Códigos de Teclas e Números Linhas .....	81
Seqüências Abreviadas de Teclas .....	82
Funções de Controle do Programa .....	82
Modo do Usuário .....	83
Memória de Programação .....	84
Interpretando Códigos de Teclas .....	85
Operações de Programação .....	88
Iniciando e Finalizando um Programa .....	88
O Programa Completo .....	89
Carregando um Programa .....	89
Executando um Programa .....	91
Operação no Modo do Usuário .....	92
Interrupções e Pausas nos Programas .....	93
Interrupções Planejadas Durante a Execução de um Programa .....	93
Pausas Durante a Execução de um Programa .....	96
Interrupções Inesperadas em Programas .....	97
Rótulos .....	98
Problemas .....	99
<b>Seção 6: Edição de Programas</b> .....	<b>101</b>
Detectando Erros em Programas .....	101
Funções de Edição .....	102
Exemplo de Edição .....	103
Execução de um Programa Linha à Linha .....	104
Usando <b>SST</b> e <b>BST</b> no Modo de Programação .....	106
Modificando um Programa .....	106
Problemas .....	113
<b>Seção 7: Decisões num Programa e seu Controle</b> .....	<b>116</b>
Testes Condicionais em Programas .....	116
Indicadores .....	117
Controle de um Programa .....	117
Go to (Ir para) .....	117
Desvios e Ciclos ("Looping") .....	118
Usando Indicadores .....	121

<b>Seção 8: Sub-rotinas</b> .....	<b>125</b>
Desvio para uma Sub-rotina .....	<b>125</b>
Limites de Sub-rotinas .....	<b>126</b>
Uso de Sub-rotinas .....	<b>127</b>
<b>Seção 9: O Registrador de Indexação</b> .....	<b>133</b>
Funções com o Uso Direto do Registrador de Indexação .....	<b>133</b>
Funções com o Uso Indireto do Registrador de Indexação .....	<b>136</b>
Controle de Ciclos Usando <b>ISG</b> .....	<b>138</b>
Operações Diretas com $R_1$ .....	<b>141</b>
Operações Indiretas com $R_1$ .....	<b>142</b>
Controle Indireto de Programas .....	<b>143</b>
Desvio Indireto a Rótulos e a Sub-rotinas .....	<b>143</b>
Desvio Indireto a uma Linha Numerada e a Sub-Rotinas .....	<b>144</b>
<b>Parte III: Resolução Programada de Problemas</b> .....	<b>145</b>
<b>Seção 10: Programas de Aplicação</b> .....	<b>146</b>
Álgebra Matricial .....	<b>146</b>
Sistema de Equações Lineares com Três Incógnitas .....	<b>155</b>
Método de Newton (Solução de $f(x) = 0$ ) .....	<b>160</b>
Integração Numérica por Pontos Discretos .....	<b>165</b>
Ajuste de Curvas .....	<b>168</b>
Resolução de Triângulos .....	<b>175</b>
Estatísticas da Distribuição t (de Student) .....	<b>182</b>
Cálculo da Qui-Quadrado .....	<b>188</b>
Finanças: Anuidades e Quantias Compostas .....	<b>192</b>
Caça ao Submarino .....	<b>201</b>
<b>Seção 11: Técnicas de Programação</b> .....	<b>213</b>
Estrutura .....	<b>213</b>
A Definição do Problema .....	<b>213</b>
O Algoritmo .....	<b>213</b>
Fluxogramas .....	<b>215</b>
Sub-rotinas .....	<b>217</b>
<b>ISG</b> com <b>RCL (i)</b> .....	<b>218</b>
Introdução de Dados .....	<b>220</b>
Ciclos ("Looping") .....	<b>221</b>
Indicadores .....	<b>222</b>
Números Aleatórios .....	<b>224</b>
Teclas Definidas pelo Usuário .....	<b>225</b>
Armazenando Dados .....	<b>225</b>
Selecionando Rotinas Diferentes .....	<b>225</b>

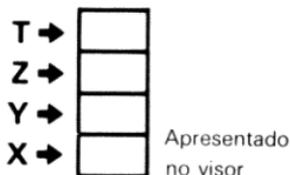
<b>Apêndice A: Condições de Erro</b>	<b>226</b>
<b>Apêndice B: Manipulação da Pilha Operacional e o Registrador ÚLTIMO X (LAST X)</b>	<b>229</b>
Término da Introdução de Dígitos	229
Manipulação da Pilha Operacional	229
Operações de Bloqueio	229
Operação de Ativação	230
Operação Neutras	230
ÚLTIMO X (LAST X)	231
<b>Apêndice C: Como Funciona a Realocação Automática de Memória</b>	<b>232</b>
Convertendo Registradores de Armazenamento em Memória de Programação	232
Convertendo Memória de Programação em Registradores de Armazenamento	235
Usando <b>MEM</b>	235
<b>Apêndice D: Bateria, Garantia e Informações sobre Assistência Técnica</b>	<b>237</b>
Baterias	237
Indicação de Bateria Fraca	238
Substituição das Baterias	238
Verificando a Operação Adequada	240
Garantia Limitada de Um Ano	242
O que Não Está Coberto	243
Obrigatoriedade de Realização de Modificações	243
Informações sobre a Garantia	243
Assistência Técnica	244
Informações sobre a Assistência Técnica Internacional	246
Custo de Reparos na Assistência Técnica	246
Garantia de Reparos feitos pela Assistência Técnica	247
Instruções de Remessas para Reparos	247
Informações Adicionais	247
Informações sobre Vendas e Produtos	248
Especificações de Temperatura	248
Regulamento sobre Interferência em Rádio-Frequência da Comissão Federal de Comunicações (FCC-EUA)	248
<b>Índice de Técnicas de Programação</b>	<b>249</b>
<b>Índice das Teclas de Funções</b>	<b>251</b>
<b>Índice das Teclas de Programação</b>	<b>256</b>
<b>Índice Remissivo</b>	<b>258</b>

# O Teclado e a Memória

## Contínua da HP-11C



### PILHA AUTOMÁTICA DE MEMÓRIA



### ÚLTIMO X (LAST X)

### MEMÓRIA DE PROGRAMAÇÃO

Permanente    Compartilhada    Permanente

000-	064-
001-	065-
002-	066-
...	...
061-	1-
062-	202-
063-	203-

R<sub>1</sub>

### REGISTRADORES DE ARMAZENAMENTO

Compartilhados

R <sub>0</sub>	<input type="text"/>	R <sub>0</sub>	<input type="text"/>
R <sub>1</sub>	<input type="text"/>	R <sub>1</sub>	<input type="text"/>
R <sub>2</sub>	<input type="text"/>	R <sub>2</sub>	<input type="text"/>
R <sub>3</sub>	<input type="text"/>	R <sub>3</sub>	<input type="text"/>
R <sub>4</sub>	<input type="text"/>	R <sub>4</sub>	<input type="text"/>
R <sub>5</sub>	<input type="text"/>	R <sub>5</sub>	<input type="text"/>
R <sub>6</sub>	<input type="text"/>	R <sub>6</sub>	<input type="text"/>
R <sub>7</sub>	<input type="text"/>	R <sub>7</sub>	<input type="text"/>
R <sub>8</sub>	<input type="text"/>	R <sub>8</sub>	<input type="text"/>
R <sub>9</sub>	<input type="text"/>	R <sub>9</sub>	<input type="text"/>

A alocação básica de memória é de 63 linhas de programa e de 20 registradores de armazenamento de dados, além do registrador de indexação (R<sub>1</sub>). A calculadora converte automaticamente um registrador de armazenamento de dados em sete linhas de memória de programação, um registrador a cada vez, à medida que você os necessita. A conversão se inicia em R<sub>9</sub> e se encerra em R<sub>0</sub>.

# A Sua HP-11C: A Solução para seus Problemas

A sua Calculadora Científica Programável HP-11C é uma poderosa solução para os seus problemas, que você pode levar a qualquer lugar, para manipular problemas dos mais simples aos mais complexos, e para memorizar dados importantes. A HP-11C é tão fácil de ser programada e usada que não exige experiência prévia ou o conhecimento de linguagens de programação.

A HP-11C ajuda você a economizar energia, desligando-se automaticamente se ficar inativa de 8 a 17 minutos. Não se preocupe com a perda dos dados - toda informação que você tiver introduzido na sua HP-11C será preservada pela sua Memória Contínua.

Nós somos diferentes! A lógica utilizada na sua calculadora Hewlett-Packard, representada pela tecla **ENTER**, difere da lógica empregada na maioria das outras calculadoras. O poder dessa lógica se tornará óbvio à medida em que for sendo utilizada. Mais tarde examinaremos com detalhes a operação de **ENTER**, mas vamos já travar um primeiro contato com **ENTER**, vendo como é fácil realizar cálculos com a sua HP-11C.

Quando você pressiona uma tecla de função numérica, a resposta prontamente aparece. Examinemos, por exemplo, as funções aritméticas. A tecla **+** adiciona e a tecla **-** subtrai o último número introduzido ao que já estiver armazenado na máquina; por sua vez, as teclas **x** e **÷** multiplicam e dividem, respectivamente, o número que já estiver armazenado na máquina pelo último número introduzido. Mas, para isso, a primeira coisa a ser feita é colocar os números na máquina. Para tanto, introduza o primeiro número, pressione a tecla **ENTER** para separá-lo do segundo número e finalmente introduza o segundo número. Pressione a seguir uma das teclas de operação aritmética, **+**, **-**, **x**, ou **÷**.

Para avaliar a sua nova calculadora, ligue-a pressionando a tecla **ON**. Se aparecer algum dígito não nulo, pressione **←** para zerar o visor. Se não aparecerem quatro zeros à direita do ponto decimal, pressione **f** **FIX** 4 para que a apresentação do seu visor coincida com a dos problemas seguintes. (Todas as apresentações do visor ilustradas neste manual estarão sempre no formato **FIX** 4, a menos que haja outra indicação específica).



0.0000

## Soluções Manuais

Não é necessário zerar a calculadora entre problemas. Se você tiver introduzido um dígito errado, pressione **←**, introduzindo os dígitos corretos a seguir.

Para Calcular	Pressione	Visor
$9 + 6 = 15$	9 <b>ENTER</b> 6 <b>+</b>	15.0000
$9 - 6 = 3$	9 <b>ENTER</b> 6 <b>-</b>	3.0000
$9 \times 6 = 54$	9 <b>ENTER</b> 6 <b>x</b>	54.0000
$9 \div 6 = 1.5$	9 <b>ENTER</b> 6 <b>÷</b>	1.5000

Observe que, nos quatro exemplos:

- Os dois números estavam na calculadora antes de você pressionar **+**, **-**, **x**, ou **÷**.
- ENTER** é usada apenas para separar dois números, quando são introduzidos um após o outro.
- Pressionando-se uma tecla de função numérica, neste caso **+**, **-**, **x** ou **÷**, a função é executada imediatamente e o resultado é apresentado no visor.

Para percebermos a íntima relação existente entre a solução manual e a programada de um problema, vamos primeiro calcular manualmente, isto é, através do teclado, a solução de um problema-exemplo. Em seguida usaremos um programa para calcular a solução do mesmo problema.

Os aquecedores de água elétrica residenciais mais comuns têm forma cilíndrica e você pode facilmente calcular a perda de calor de um aquecedor desse tipo. A fórmula  $q = h \times A \times T$  pode ser usada, sendo:

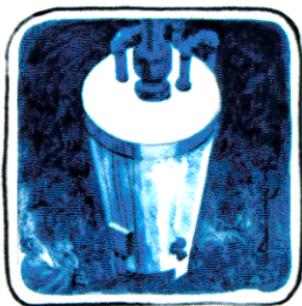
$q$  a perda de calor do aquecedor de água (em BTU por hora).

$h$  o coeficiente de transferência de calor.

$A$  a área total da superfície do cilindro.

$T$  a diferença de temperatura entre a superfície do cilindro e o ar que o envolve.

**Exemplo:** Suponha que você tenha um aquecedor de água cilíndrico de 52 galões e que queira calcular qual a energia perdida devido à deficiência na isolamento. Em medidas iniciais, você determinou uma diferença média de temperatura entre a superfície do aquecedor e o ar circundante de 15 graus Fahrenheit. A área da superfície do aquecedor é de 30 pés quadrados e o coeficiente de transferência de calor é aproximadamente 0.47. Para calcular a perda de calor do aquecedor de água, basta pressionar as teclas seguintes, na ordem apresentada.



<b>Pressione</b>	<b>Visor</b>	
15 <input type="text" value="ENTER"/>	15.0000	Introduz a diferença de temperatura ( $T$ ) e a área do aquecedor de água ( $A$ ).
30	30	
<input type="text" value="x"/>	450.0000	Calcula $A \times T$ . Coeficiente de transferência de calor ( $h$ ).
47	0.47	
<input type="text" value="x"/>	211.5000	Perda de calor em BTU por hora ( $hx(AT)$ ).
<input type="text" value="←"/>	0.0000	
		Apaga o visor.

## Soluções Programadas

A perda de calor do aquecedor de água do exemplo precedente foi calculada para uma diferença de temperatura de 15 graus. Mas suponha que você queira calcular a perda de calor para diversas diferenças de temperatura. Você poderia calcular cada perda de calor manualmente. No entanto, um método mais fácil e rápido é o de se escrever um programa que calcule a perda de calor para qualquer diferença de temperatura.

**Escrevendo um Programa.** O programa consiste na mesma série de teclas que você pressionou para resolver o problema manualmente. São empregadas duas instruções adicionais, para definir o início e o fim do programa.

**Carregando o Programa.** Para carregar as instruções do programa na HP-11C, pressione as teclas apresentadas na ordem abaixo. A calculadora registra (memoriza) as instruções, à medida que você as introduz. (O visor fornece algumas informações que, futuramente, você verificará serem bastante úteis, mas que poderão ser ignoradas, por enquanto).

<b>Pressione</b>	<b>Visor</b>	
<b>g</b> <b>P/R</b>	<b>000-</b>	Coloca a HP-11C no Modo de Programação. (O anúncio <b>PRGM</b> aparece).
<b>f</b> <b>CLEAR</b> <b>PRGM</b>	<b>000-</b>	Apaga a memória de programação.
<b>f</b> <b>LBL</b> <b>A</b>	<b>001-42,21,11</b>	O rótulo "A" define o início do programa.
<b>3</b>	<b>002-</b>	} Estas são as mesmas teclas que você pressionou para resolver o problema manualmente.
<b>0</b>	<b>003-</b>	
<b>x</b>	<b>004-</b>	
<b>.</b>	<b>005-</b>	
<b>4</b>	<b>006-</b>	
<b>7</b>	<b>007-</b>	
<b>x</b>	<b>008-</b>	
<b>g</b> <b>RTN</b>	<b>009- 43 32</b>	"RTN"(ReTurN = retorno) define o final do programa.
<b>g</b> <b>P/R</b>	<b>0.0000</b>	Coloca a HP-11C no Modo de Execução ("Run"). (O anúncio <b>PRGM</b> é apagado).

**Executando o Programa.** Pressione as teclas seguintes para executar o programa.

<b>Pressione</b>	<b>Visor</b>	
15	15	A primeira diferença de temperatura.
f A	211.5000	A perda de calor, em BTU, que você calculou à mão, anteriormente.
18 f A	253.8000	A perda de calor para uma nova diferença de temperatura.

Com o programa carregado, você pode rapidamente calcular a perda de calor em BTU para diversas diferenças de temperatura. Basta introduzir a diferença desejada e pressionar f A . Como exemplo, complete a tabela à direita.

As respostas que você obterá serão as seguintes: 141.0000, 169.2000, 197.4000, 225.6000, 253.8000, e 282.0000.

<b>Dif. de Temp.</b>	<b>Perda de Calor, em BTU</b>
10	?
12	?
14	?
16	?
18	?
20	?

Programar é fácil! A calculadora memoriza uma série de seqüências de teclas, e a seguir as executa quando você quiser. Agora que você já tem alguma experiência no uso da sua HP-11C, vamos examinar alguns dos importantes detalhes operacionais da calculadora.



**Parte I**  
**Conceitos Básicos da**  
**HP-11C**

# Introdução ao Uso

## Ligando e Desligando a Calculadora

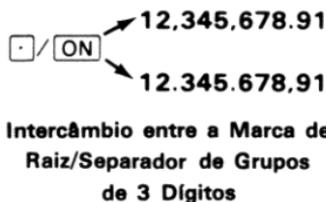
A tecla **ON** serve para ligar e desligar a HP-11C. Para economizar a carga da bateria, a HP-11C poderá se desligar automaticamente (“time-out”) depois de um mínimo de 8 e um máximo de 17 minutos de inatividade.

## O Visor

### Marca de Raiz e Separador de Grupos de 3 Dígitos

A marca de raiz é o divisor entre as partes inteira e fracionária de um número. O separador de grupos de 3 dígitos serve para distinguir tais agrupamentos em números extensos. Em alguns países, a marca de raiz é o ponto decimal e o separador de dígitos é a vírgula, enquanto que em outros ocorre exatamente o oposto.

Para mudar a convenção desses separadores na sua HP-11C, desligue-a, mantenha a tecla **.** pressionada, ligue-a novamente e solte então a tecla **.** (Neste manual tal operação será indicada doravante por **.**/**ON**).



### Anúncios

O visor da sua HP-11C possui cinco “anúncios” ou palavras-chave que relatam o estado da calculadora durante certas operações. Os anúncios, bem como suas correspondentes operações, serão descritos ao longo deste manual, nas seções apropriadas:

**USER    f    g    GRAD    PRGM**

Conjunto de Anúncios do Visor

## Números Negativos

Para transformar em negativo um número que já esteja no visor (tanto um que tenha acabado de ser introduzido, como o resultante de uma operação) basta pressionar a tecla  $\boxed{\text{CHS}}$  (*CHange Sign = trocar o sinal*). Quando o visor estiver apresentando um número negativo, isto é, um número precedido pelo sinal de menos, ao se pressionar  $\boxed{\text{CHS}}$  remove-se tal sinal do visor, fazendo com que o número fique positivo.

### Apagando o Visor: $\boxed{\text{CLX}}$ e $\boxed{\leftarrow}$

A HP-11C possui duas operações para apagar o visor,  $\boxed{\text{CLX}}$  (*Clear X = apagar o registrador X*) e  $\boxed{\leftarrow}$  (*tecla de correção*). Quando pressionadas no modo "Run",  $\boxed{9} \boxed{\text{CLX}}$  reduzem o conteúdo do visor a zero. Quando pressionadas no modo "Program",  $\boxed{9} \boxed{\text{CLX}}$  são armazenadas na calculadora como uma instrução de um programa.  $\boxed{\leftarrow}$  é uma função não programável que permite apagar o visor tanto no modo "Program" como no RUN, da seguinte maneira:

#### 1. No modo RUN:

- A. Pressionando-se  $\boxed{\leftarrow}$  após a execução de uma função (dentre quase todas as possíveis) reduz-se o visor a zero. (Ao se executar praticamente qualquer função da HP-11C, encerra-se a introdução de dígitos, ou seja, a calculadora fica sabendo que o número no visor já está completo, fazendo com que  $\boxed{\leftarrow}$  atue sobre tal número).

Pressione	Visor
12345	12,345
$\boxed{\sqrt{x}}$	111.1081
$\boxed{\leftarrow}$	0.0000

Pressionando-se  $\boxed{\leftarrow}$  após a execução de uma função, reduz-se o visor a zero.

\* Os dígitos menos significativos, não apresentados no visor, mas mantidos internamente, também serão zerados.

- B. Após a introdução de um novo número, se você pressionar  antes de executar uma função (ou seja, antes de terminar a introdução de dígitos), o último dígito introduzido será suprimido. Após a supressão de um ou mais dígitos, você poderá, se desejar, introduzir novos dígitos para substituí-los.

**Pressione**

12345



9

**Visor**

12,345

1,234

123

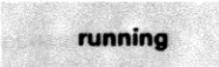
1,239

Não tendo se encerrado a introdução de dígitos,  atuará sobre cada dígito em separado.

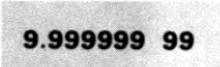
2. No modo Program, ao se pressionar  a instrução de programa que estiver no visor será suprimida.

**Executando um Programa (“running”)**

Quando um programa está sendo executado ou durante a execução de  $P_{y,x}$  (permutação) ou  $C_{y,x}$  (combinação), a palavra **running** fica piscando no visor.


**Ultrapassagem da Capacidade da Calculadora**

**Overflow.** Quando o resultado de um cálculo a ser apresentado no visor (registrator X) é um número de magnitude superior a  $9.99999999 \times 10^{99}$ , o visor é preenchido por noves, antecedidos pelo sinal adequado. Quando o overflow ocorre durante a execução de um programa, esta é interrompida e a apresentação do overflow aparece no visor.



Apresentação do  
Overflow

**Underflow.** Se o resultado de um cálculo for um número de magnitude inferior a  $1.00000000 \times 10^{-99}$ , este será substituído por zero. O underflow não causa a interrupção da execução de um programa.

## Mensagens de Erro

Se você tentar realizar um cálculo usando um parâmetro impróprio, tal como a tentativa de extração da raiz quadrada de um número negativo, o visor apresentará uma mensagem de erro.

**Pressione**

4 **CHS**

$\sqrt{x}$

←

**Visor**

-4

**Error 0**

-4.0000

No Apêndice A, “Condições de Erro”, você encontrará a relação completa das mensagens de erro e suas causas.

Para eliminar qualquer mensagem de erro, pressione ← (ou qualquer outra tecla), e recomece a operar a calculadora normalmente.

## A Memória

### A Memória Contínua

O recurso de Memória Contínua da sua HP-11C, mesmo estando a calculadora desligada, preserva os seguintes dados:

- Todos os dados numéricos armazenados na calculadora.
- Todos os programas armazenados na calculadora.
- O modo de apresentação (FIX, SCI ou ENG) e o número de dígitos a serem apresentados no visor.
- A definição dos indicadores.
- A posição da calculadora na memória de programação.
- Todos os retornos pendentes de sub-rotinas.
- O Modo Trigonométrico (Graus, Radianos ou Grados).

Quando a HP-11C é ligada, ela sempre “acorda” no modo RUN (o anúncio **PRGM** fica apagado), mesmo que, ao ser desligada, estivesse no modo de programação (quando o anúncio **PRGM** estava aceso).

A Memória Contínua é preservada por um curto espaço de tempo, quando as baterias são removidas, permitindo sua substituição sem a perda dos dados ou programas.

## Apagando a Memória

Se num dado instante você desejar apagar (zerar todas as posições de memória) a Memória Contínua da sua HP-11C, faça o seguinte:

1. Desligue a HP-11C.
2. Pressione a tecla  e mantenha-a pressionada.
3. Ligue a HP-11C.



Apagando a Memória Contínua

Ao realizar esta operação, a mensagem de erro vista à direita será apresentada no visor. Pressione  (ou qualquer outra tecla) para eliminá-la.

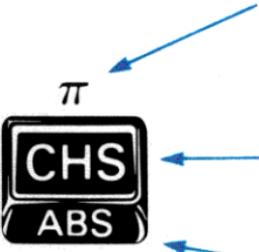
Pr Error

**Observação:** Se você deixar cair ou danificar a sua calculadora, ou se a energia for interrompida, o conteúdo da Memória Contínua poderá ser perdido.

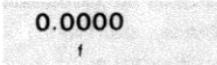
## Operação pelo Teclado

### Funções Primárias e Alternativas

A maioria das teclas da sua HP-11C realizam uma função primária e duas funções alternativas. A função primária de qualquer tecla é indicada pelo símbolo impresso na face horizontal da tecla. As duas funções alternativas são indicadas pelos símbolos situados acima e na face oblíqua da tecla.

- 
- Para executar esta função alternativa, impressa em dourado acima da tecla, pressione inicialmente a tecla dourada  (de prefixo), e a seguir pressione a tecla da função; por exemplo:  .
  - Para executar a função primária, impressa na face horizontal da tecla, basta pressioná-la; por exemplo: .
  - Para executar esta função alternativa, impressa em azul na face oblíqua da tecla, pressione inicialmente a tecla azul  (de prefixo), e a seguir pressione a tecla da função; por exemplo  .

Observe que ao pressionar uma das teclas **f** ou **g**, de prefixo, o anúncio **f** ou **g** aparece e permanece no visor até a tecla da função ser pressionada, completando a operação.



0.0000  
f

## Apagando Prefixos

Se você pressionar uma tecla de prefixo por engano, ao executar uma função, pressione **f** CLEAR **PREFIX** para cancelar o erro. (CLEAR **PREFIX** também cancela as teclas **STO**, **RCL**, **GTO**, **GSB**, **HYP** e **HYP<sup>1</sup>**). Como a tecla **PREFIX** também é usada para apresentar a mantissa de um número do visor, todos os dez dígitos do número que estiver no visor serão apresentados momentaneamente, logo após **PREFIX** ser pressionada.

## Funções de Um Número

Uma função de um número é qualquer função numérica que realiza uma operação usando apenas um argumento numérico. Para usar qualquer função de um número:

1. Introduza o número (se ainda não estiver no visor).
2. Pressione a(s) tecla(s) da função.

Pressione	Visor
45	45
<b>g</b> LOG	1.6532

## Funções de Dois Números

Uma função de dois números exige que dois valores já estejam armazenados na calculadora, antes da função ser executada. Como exemplo de funções de dois números temos: **+**, **-**, **×**, e **÷**.

A tecla **ENTER**. Se um dos valores que você irá necessitar para executar uma função de dois números já estiver na calculadora, como resultado de uma função precedente, você não precisa usar a tecla **ENTER**. No entanto, quando você precisar introduzir dois números antes de executar a

função, use a tecla **ENTER** para separar os dois números. Para colocar os dois números na calculadora e realizar uma função de dois números, tal como  $2 + 3$ :

1. Introduza o primeiro número.
2. Pressione **ENTER** para separar o primeiro número do segundo.
3. Introduza o segundo número.
4. Pressione a(s) tecla(s) da função.

Pressione	Visor
2	2
<b>ENTER</b>	2.0000
3	3
<b>+</b>	0.6667

**Ordem de Introdução.** Sabemos que o resultado das operações de adição e multiplicação não é afetado pela ordem das parcelas. Mas na subtração e divisão, o valor a ser subtraído ou o quociente deverão ser sempre introduzidos em segundo lugar.

Para Calcular	Pressione	Visor
$10 - 3$	10 <b>ENTER</b> 3 <b>-</b>	7.0000
$3 - 10$	3 <b>ENTER</b> 10 <b>-</b>	-7.0000
$10 \div 3$	10 <b>ENTER</b> 3 <b>÷</b>	3.3333
$3 \div 10$	3 <b>ENTER</b> 10 <b>÷</b>	0.3000

Ao utilizar as demais funções de dois números da sua HP-11C (tal como  **$x^y$** ), lembre-se de que o valor designado por  $x$ , na tecla, refere-se sempre ao último número a ser introduzido. Como exemplo, para calcular o valor de 2 elevado à 3ª potência, ( $2^3$ ), introduza o 2, pressione **ENTER**, introduza o expoente 3, e pressione  **$x^y$**  em seguida

Pressione	Visor	
2 <b>ENTER</b>	2.0000	
3	3	3 é o valor de X.
<b><math>x^y</math></b>	8.0000	2 (y) elevado à 3ª (x) potência.

Tente agora os problemas seguintes. Observe que você precisa pressionar **ENTER** para separar os valores somente se eles tiverem de ser introduzidos um após o outro. Um resultado já calculado (resultado intermediário) será automaticamente separado do novo valor que for introduzido.

Para calcular  $(2 + 4) \div 8$ :

Pressione	Visor	
2 <b>ENTER</b>	2.0000	
4	4	
<b>+</b>	6.0000	$(2 + 4)$
8	8	
<b>÷</b>	0.7500	$(2 + 4) \div 8$

Para calcular  $(9 + 17 - 4 + 23) \div 4$ :

Pressione	Visor	
9 <b>ENTER</b>	9.0000	
17 <b>+</b>	26.0000	$(9 + 17)$
4 <b>-</b>	22.0000	$(9 + 17 - 4)$
23 <b>+</b>	45.0000	$(9 + 17 - 4 + 23)$
4 <b>÷</b>	11.2500	$(9 + 17 - 4 + 23) \div 4$

Mesmo problemas mais complicados são solucionados dessa mesma maneira simples: usando o armazenamento automático de resultados intermediários.

**Exemplo:** Calcule  $(6 + 7) \times (9 - 3)$ .

Inicialmente calcule o resultado intermediário de  $(6 + 7)$ :

Pressione	Visor	
6	6	
<b>ENTER</b>	6.0000	
7	7	
<b>+</b>	13.0000	$(6 + 7)$

Calcule agora  $(9 - 3)$ . Como deve ser introduzido um outro par de números, um em seguida ao outro, use a tecla **ENTER** novamente, para separar o primeiro (9) do segundo (3) número. (Não é necessário pressionar **ENTER** para separar o 9 do resultado intermediário anterior (13) que já estava na calculadora; os resultados de cálculos intermediários são automaticamente armazenados). Para calcular  $(9 - 3)$ :

Pressione	Visor	
9	9	
<b>ENTER</b>	9.0000	
3	3	
<b>-</b>	6.0000	$(9 - 3)$

A seguir multiplique os resultados intermediários entre si (13 e 6), e obtenha a resposta final:

Pressione	Visor	
<b>x</b>	78.0000	$(6 + 7) \times (9 - 3) = 78$

Observe que a HP-11C armazenou automaticamente os resultados intermediários para você e os usou no esquema LIFO (Last-In, First-Out = o último a entrar é o primeiro a sair), na ocasião da multiplicação. Não importa quão complexo seja o aspecto do problema: ele sempre poderá ser reduzido a uma série de operações com um ou dois números.

Lembre-se de que:

- A tecla **ENTER** é usada para separar o segundo número do primeiro, em qualquer operação que exija a introdução consecutiva de dois valores.
- Todos os novos dígitos que forem introduzidos logo após um cálculo serão automaticamente tratados como componentes de um novo número.
- Os resultados intermediários são armazenados no esquema LIFO (Last-In, First-Out = o último a entrar é o primeiro a sair).

Tente resolver estes problemas agora. Resolva-os como você faria com lápis e papel. Não se preocupe com os resultados intermediários: eles serão manipulados automaticamente pela sua HP-11C.

$$(16 \times 38) - (13 \times 11) = 465.0000$$

$$(27 + 63) \div (33 \times 9) = 0.3030$$

$$(\sqrt{(16.38 \times 0.55)}) \div .05 = 60.0300$$

$$4 \times (17 - 12) \div (10 - 5) = 4.0000$$

# A Pilha Automática de Memória, ÚLTIMO X, e o Armazenamento de Dados

## A Pilha Automática de Memória e sua Manipulação

A razão da HP-11C solucionar com simplicidade as mais complexas equações deve-se à retenção e recuperação automática dos resultados intermediários. Tais recursos são possíveis devidos à pilha automática de memória (também conhecida como pilha operacional) e à tecla **ENTER**.

### Os Registradores da Pilha Automática de Memória

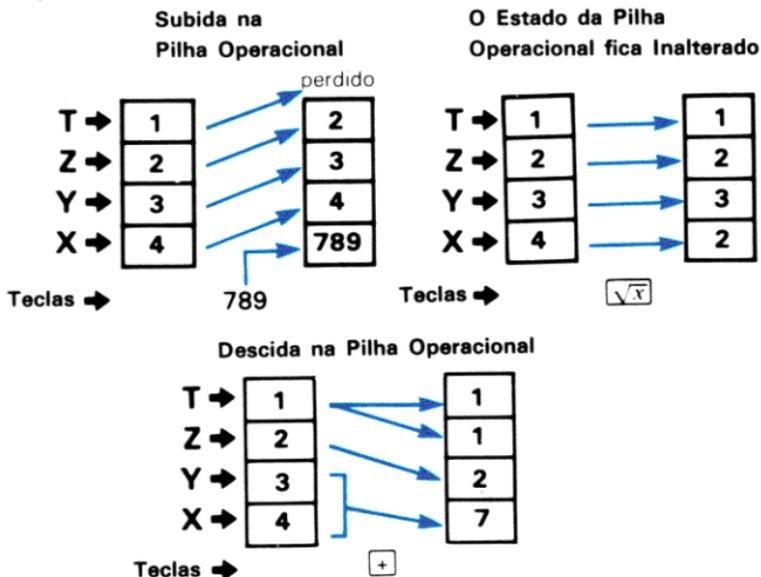
T →	0.0000
Z →	0.0000
Y →	0.0000
X →	0.0000

Sempre apresentado no visor.

Quando a sua HP-11C está no modo RUN (ou seja, quando o anúncio **PRGM** está apagado), o número que aparece no visor é sempre o contido no registrador X.

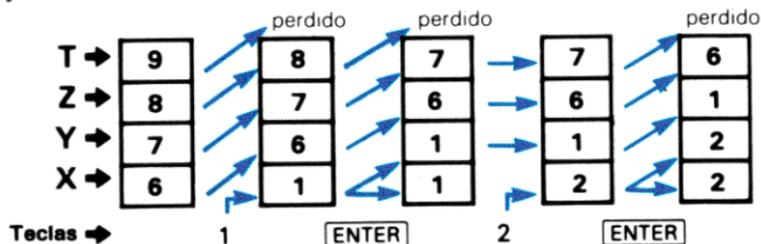
Todo número que é introduzido (bem como todo resultado de qualquer função numérica) é sempre colocado no registrador X e apresentado no visor. Dependendo do tipo da operação realizada, ao se executar uma função numérica (ou ao se introduzir um número), os números já contidos na pilha automática da memória serão deslocados para cima, para baixo ou permanecerão estáticos nos seus registradores originais. Os números da pilha operacional são recuperados no esquema LIFO ("Last-In", "First-Out" = o último a entrar é o primeiro a sair). Se a pilha automática de memória tiver sido preenchida como é mostrado à esquerda das ilustrações

seguintes, (como resultado de cálculos precedentes), ao se pressionar as teclas indicadas será obtida a configuração apresentada à direita de cada ilustração.\*



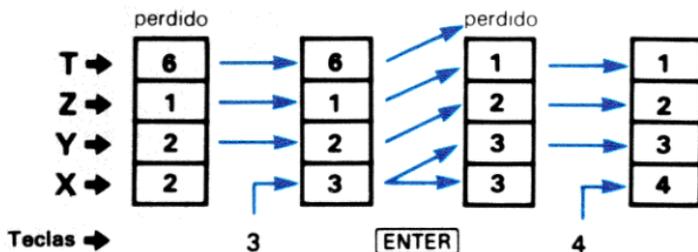
### Funções para Manipulação da Pilha Operacional

**ENTER** separa dois números introduzidos um após o outro. Quando **ENTER** é pressionada, a calculadora eleva o conteúdo da pilha operacional, copiando o número do registrador X (apresentado no visor) no registrador Y. Por exemplo, para preencher a pilha operacional com os números 1,2,3,4 (presumindo-se que os registradores da pilha operacional ainda estejam com os valores resultantes dos cálculos anteriores).

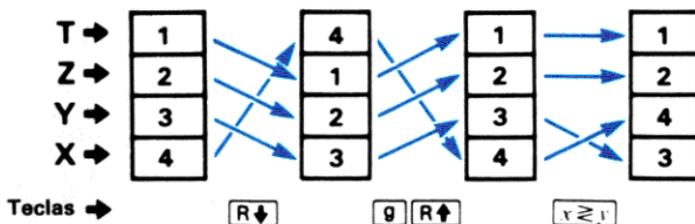


(A ilustração prossegue na próxima página).

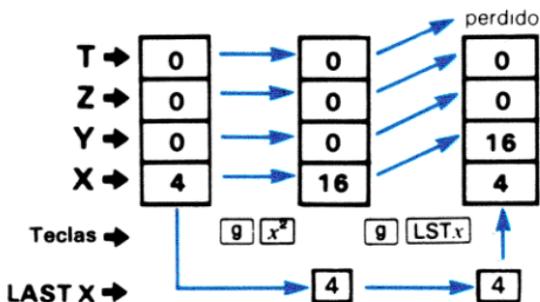
\* Para simplificar a ilustração dos recursos descritos nesta seção, foi usada a representação de um único dígito, ao invés do formato **FIX** 4 adotado para os demais valores decimais neste manual.



As teclas  $\boxed{R\downarrow}$  (roll down = girar para baixo),  $\boxed{R\uparrow}$  (roll up = girar para cima) e  $\boxed{X\rightleftharpoons Y}$  (intercâmbio entre  $X$  e  $Y$ ) fazem a rotação do conteúdo da pilha operacional de um registro para cima ou para baixo, respectivamente. Nenhum valor é perdido.  $\boxed{X\rightleftharpoons Y}$  realiza a troca dos conteúdos dos registradores  $X$  e  $Y$ . Se o conteúdo da pilha operacional for a seqüência 1,2,3,4, ao se pressionar as teclas  $\boxed{R\downarrow}$ ,  $\boxed{R\uparrow}$ , e  $\boxed{X\rightleftharpoons Y}$ , os seguintes deslocamentos serão obtidos:



$\boxed{LST.X}$  (LAST X = ÚLTIMO X). Quando uma função é executada, uma cópia do valor que ocupava o registrador  $X$  (apresentado no visor), antes da execução da função, é armazenada no registrador LAST  $X$ . Pressionando-se  $\boxed{g LST.X}$  recupera-se uma cópia do conteúdo do registrador LAST  $X$  no registrador  $X$  (apresentado no visor). O Apêndice B, "Movimentação da Pilha Operacional e ÚLTIMO X (LAST X)", apresenta a relação das funções que preservam  $X$  no registrador LAST  $X$ . Por exemplo, se a pilha operacional estivesse carregada com o conteúdo visto à esquerda, ocorreria o seguinte:

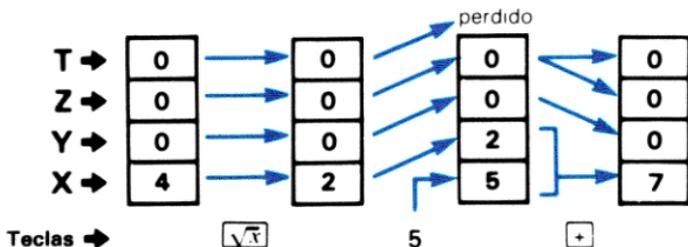


## Funções da Calculadora e a Pilha Operacional

Quando você deseja introduzir dois números em seqüência, você tem que pressionar **ENTER** entre eles. Contudo, se um deles já estiver armazenado no registrador X (apresentado no visor), como resultado de um cálculo anterior ou de uma outra função (como  $x \geq y$ , **R↓**, etc.), você não precisa usar **ENTER**. Por que? Ao se executar praticamente qualquer função da HP-11C, obtém-se dois resultados:

1. A função especificada é executada.
2. A pilha automática de memória fica ativada, ou seja, a pilha operacional deslocará seu conteúdo para cima, automaticamente, quando for introduzido o próximo número.

Por exemplo, suponhamos que o 4 já esteja no registrador X:



Existem 4 funções que *desativam* a pilha operacional: **ENTER**, **CLx**, **Σ+** e **Σ-**. Elas impedem que o conteúdo da pilha operacional suba,

\* Quando **☐** é utilizada para zerar o visor ela opera exatamente como **CLx**, desativando a pilha operacional. Nas suas outras funções, **☐** é neutra, isto é, não afeta o conteúdo da pilha operacional. Desejando maiores detalhes sobre a pilha operacional, leia o Apêndice B, "Movimentação da Pilha Automática de Memória e ÚLTIMO X" (LAST X)".

quando o *próximo* número for introduzido. Após a execução de uma destas 4 funções, ao se introduzir um número, este simplesmente substituirá o que estava no visor, ao invés de causar a subida do conteúdo da pilha operacional. (Embora o conteúdo de pilha operacional suba ao se pressionar **ENTER**, ele *não* subirá quando o *próximo* número for introduzido. A operação de **ENTER**, ilustrada nas páginas 27 e 28 mostra como **ENTER** desativa a movimentação do conteúdo da pilha operacional). Na maioria dos casos, os efeitos descritos acima serão tão naturais que você nem precisará pensar sobre os mesmos.

## Funções de Dois Números

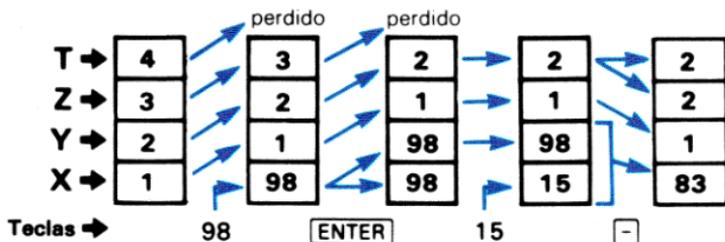
Um importante aspecto das funções de dois números é o posicionamento dos mesmos na pilha operacional. Para executar uma função aritmética, os números deverão ser posicionados da mesma maneira que você os escreveria com lápis e papel. Por exemplo, para subtrair 15 de 98, você inicialmente escreveria o número 98 no papel e o 15 sob o mesmo, assim:

$$\begin{array}{r} 98 \\ -15 \\ \hline \end{array}$$

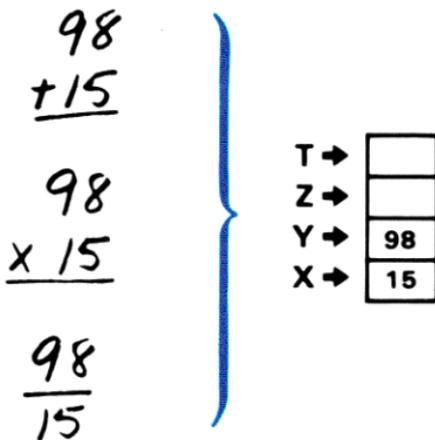
A seguir você realizaria a subtração, assim:

$$\begin{array}{r} 98 \\ -15 \\ \hline 83 \end{array}$$

Os números são posicionados na calculadora da mesma maneira, primeiro número (o minuendo) no registrador Y e o segundo número (o subtraendo), no registrador X, apresentado no visor. Quando a operação é executada, o 15 do registrador X é subtraído do 98 do registrador Y e a pilha operacional desce, deixando o resultado no registrador X. Eis como a operação completa é executada (suponha que os registradores da pilha operacional contém os números mostrados, que resultaram de cálculos anteriores):



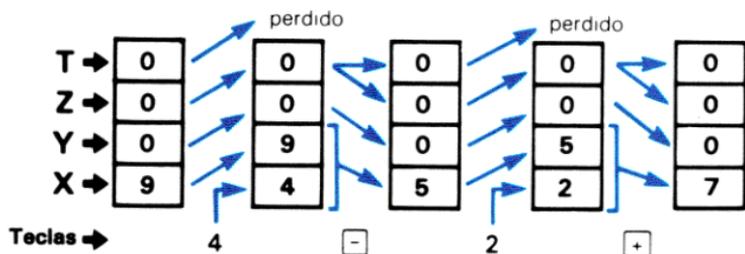
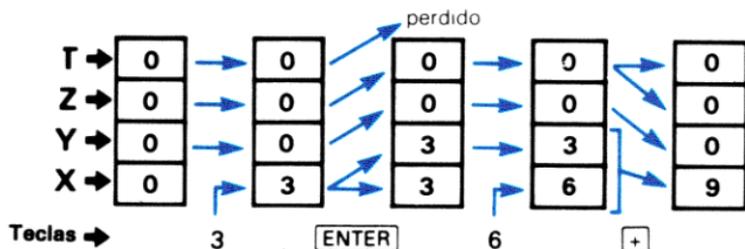
Para executar uma operação aritmética, os números devem ser posicionados inicialmente em sua ordem original, e quando a função for executada, o conteúdo da pilha operacional descerá. No exemplo acima, subtraímos 15 de 98. O mesmo posicionamento dos números seria empregado para somar 15 e 98, multiplicar 98 por 15 e dividir 98 por 15, ou seja:



### Cálculos em Cadeia

Tanto em cálculos manuais, pelo teclado, como em programas, você estará frequentemente usando cálculos em cadeia na sua HP-11C. É nesta área que a simplicidade e a potência da lógica da sua HP-11C torna-se mais evidente. Mesmo em cálculos extremamente longos, você sempre realiza uma operação a cada vez. A pilha automática de memória armazena até quatro resultados intermediários até que você os necessite, inserindo-os então nos cálculos adequados. Dessa forma, o trabalho ao longo de um problema é tão natural quanto seria se você tivesse às mãos um lápis e uma folha de papel.

Você já aprendeu a introduzir um par de números através da tecla **ENTER**, e realizar um cálculo em seguida. Você já viu como o conteúdo da pilha operacional desce, como resultado de uma operação, e como ela eleva o seu conteúdo automaticamente, quando você introduz um número após a execução de uma função. Para vermos como tais recursos operam nos cálculos em cadeia, vamos calcular  $3 + 6 - 4 + 2 = ?$  (Preencha inicialmente a pilha operacional com zeros, pressionando **← ENTER ENTER ENTER**.)



Como você pode ver, nós trabalhamos ao longo do problema fazendo uma operação a cada vez. O conteúdo da pilha operacional desceu automaticamente após cada operação envolvendo 2 números. E, após cada cálculo, o conteúdo da pilha operacional subiu automaticamente, quando foi introduzido um novo número. Mesmo os problemas mais complicados são resolvidos dessa maneira simples.

**Exemplo:** Ao invés do diagrama de setas que usamos anteriormente, nesta seção, usaremos uma tabela para acompanhar a operação da pilha operacional, ao calcularmos o valor da expressão

$$\frac{(3 + 4) \times (6 - 4)}{2}$$

T →	0	0	0	0	0	0
Z →	0	0	0	0	0	7
Y →	0	3	3	0	7	6
X →	3	3	4	7	6	6

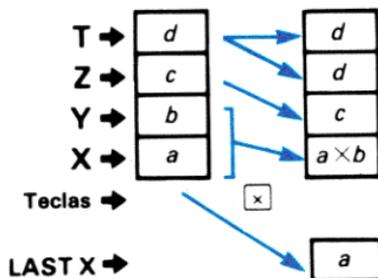
Teclas → 3    **ENTER**    4    **+**    6    **ENTER**

T →	0	0	0	0	0
Z →	7	0	0	0	0
Y →	6	7	0	14	0
X →	4	2	14	2	7

Teclas → 4    **-**    **x**    2    **-**

## LAST X (ÚLTIMO X)

O registrador LAST X da HP-11C é um registrador de armazenamento de dados independente, o qual preserva o último valor presente no visor antes da execução de uma função numérica.\*



Este recurso evita a reintrodução de números que você quer utilizar novamente, além de ajudá-lo na correção de erros.

\* As exceções são as funções estatísticas  **$\bar{x}$** , **S** e **LR** que ignoram o conteúdo do registrador X (apresentado no visor), e calculam resultados a partir dos dados dos registradores de armazenamento estatístico.

**34** Seção 2: A Pilha Automática de Memória, ÚLTIMO X, e o Armazenamento de Dados

**Exemplo:** Para multiplicar dois valores independente, tais como 45.575 e 25.331 metros por 0.175:

T →	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Z →	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Y →	0.0000	45.5750	45.5750	0.0000
X →	45.575	45.5750	0.175	7.9756

Teclas → 45  575   175

LAST X →

T →	0.0000	0.0000	0.0000
Z →	0.0000	7.9756	0.0000
Y →	7.9756	25.3310	7.9756
X →	25.331	0.1750	4.4329

Teclas → 25.331

LAST X →

facilita a correção de enganos cometidos ao se pressionar as teclas, tais como a execução de uma função errada ou a introdução de um número errado. Como exemplo, divida 287 por 13.9, após tê-lo dividido, por engano, por 12.9:

**Pressione**

287

12.9

13.9

**Visor**

**287.0000**

**22.2481**

**12.9000**

**287.0000**

**20.6475**

Ops! O divisor está errado! Recupera no visor a última introdução, preservada por LAST X, (o divisor incorreto) antes da execução de .

Realiza a operação inversa da função que gerou a resposta errada.

A resposta correta.

## Aritmética com Constante

Quando o conteúdo da pilha operacional desce, o valor contido no registrador T permanece lá, podendo ser usado como uma constante em operações aritméticas.

T →	c	c
Z →	c	c
Y →	c	c
X →	x	CX
Teclas →		<input type="button" value="x"/>

Para inserir uma constante num cálculo, preencha a pilha operacional com a constante, introduzindo-a no registrador X e pressionando  três vezes. Use a constante introduzindo seu argumento inicial e executando a série de operações aritméticas que você planejou. Cada vez que o conteúdo da pilha descer, ficará disponível uma cópia da constante para seus cálculos futuros, e uma nova cópia da constante será reproduzida no registrador T.

**Exemplo:** Um bacteriologista testa uma certa cultura cuja população tem um crescimento típico de 15% ao dia (um fator de crescimento de 1.15). Se ele começar com uma amostra de cultura de tamanho 1000, qual será a população de bactérias ao final de cada dia, durante 5 dias consecutivos?



**Método:** Use  para colocar o fator de crescimento (1.15) nos registradores Y, Z e T, e a população original (1000) no registrador X. Assim, cada vez que você pressionar , obterá a população ao final de cada dia. Para que o formato de apresentação da calculadora coincida com o do exemplo a seguir, pressione   2.

T →	0.00	0.00	0.00	1.15	1.15
Z →	0.00	0.00	1.15	1.15	1.15
Y →	0.00	1.15	1.15	1.15	1.15
X →	1.15	1.15	1.15	1.15	1,000

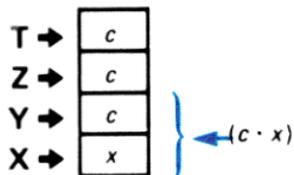
Teclas → 1.15                1000

T →	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
Z →	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
Y →	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
X →	1,150.00	1,322.50	1,520.88	1,749.01	2,011.36

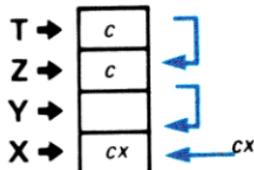
Teclas →                               

Ao pressionar  pela primeira vez, você calcula  $1.15 \times 1000$ . O resultado (1,150.00) é apresentado no registrador X, a pilha operacional desce, e é gerada uma nova cópia da constante no registrador T, ou seja, cada vez que você pressiona  :

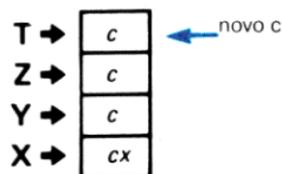
1. É realizado um novo cálculo envolvendo os registradores X e Y.



2. O resultado do cálculo fica no registrador X, e o conteúdo do restante da pilha operacional desce.



3. É gerada em T uma nova cópia do último conteúdo de T (neste caso, a nossa constante).



Sendo gerada uma nova cópia do fator de crescimento no registrador T, cada vez que a pilha operacional desce, você nunca precisará reintroduzi-lo.

Pressione  $\boxed{f}$   $\boxed{FIX}$  4 para que a HP-11C volte a apresentar os números nesse formato.

Como alternativa do processo de preenchimento da pilha operacional com uma constante, a aritmética com constante pode ser realizada empregando-se o registrador LAST X. Para usar este método, vamos recalcular o exemplo anterior:

1. Introduza a população original (1,000) e pressione  $\boxed{ENTER}$ .
2. Introduza o fator de crescimento (1.15).
3. Pressione  $\boxed{x}$  para calcular a população ao final de um dia.
4. Pressione  $\boxed{g}$   $\boxed{LSTx}$   $\boxed{x}$  para calcular a população ao final de cada dia subsequente.

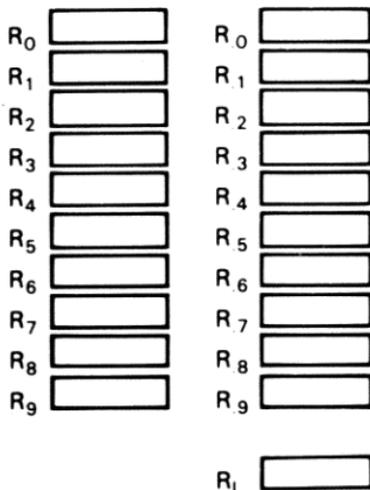
## Operações com Registradores de Armazenamento

As operações de armazenamento e recuperação de números envolvem o registrador X e os 21 registradores de armazenamento de dados da HP-11C. Os registradores de armazenamento de dados são inteiramente independentes dos registradores da pilha operacional e do registrador LAST X.

### Armazenando Números

$\boxed{STO}$  (STOre = armazenar). Quando seguida por um endereço de registrador de armazenamento (0 a 9,  $\boxed{0}$  a  $\boxed{9}$  ou  $\boxed{i}$ ), copia o valor do registrador X no registrador de armazenamento de dados especificado pelo endereço.

### Registradores de Armazenamento de Dados

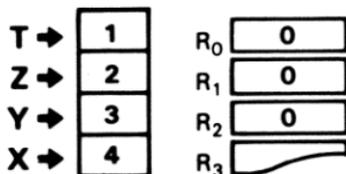


Se ...

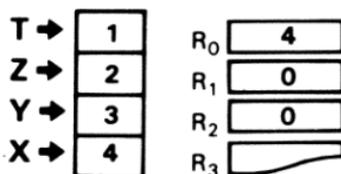
... e você pressionar

**[STO]** 0 então ...

**Pilha Operacional**      **Armazenamento de Dados**



**Pilha Operacional**      **Armazenamento de Dados**

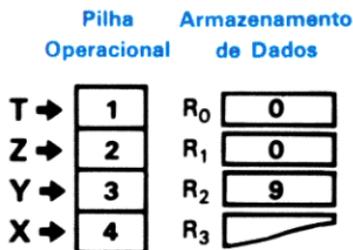


O registrador de armazenamento especificado retém uma cópia do número armazenado, até que um novo número seja nele introduzido, ou então até que os registradores de armazenamento sejam zerados ou a memória contínua seja apagada.

### Recuperando Números

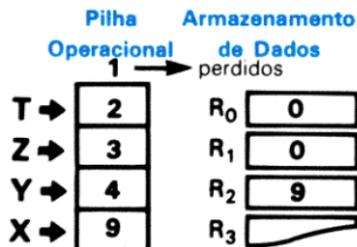
**[RCL]** (*ReCaLL = recuperar*). Quando seguida de um endereço de registrador de armazenamento (0 a 9, **[.]** 0 a **[.]** 9 ou **[I]**), coloca uma cópia do valor contido no registrador de armazenamento de dados especificado, no registrador X (apresentado no visor). Se a pilha operacional não estiver desativada, **[RCL]** fará com que ela suba

Se ...



... e você pressionar

**RCL** 2, então ...



## Exercícios sobre Armazenamento e Recuperação

Execute as seguintes operações:

Pressione

123

**STO** 4

678

**STO** 7

**RCL** 4

**RCL** 7

Visor

123

123.0000

678

678.0000

123.0000

678.0000

Armazena 123 em R<sub>4</sub>.

Armazena 678 em R<sub>7</sub>.

Recupera 123 de R<sub>4</sub>.

Recupera 678 de R<sub>7</sub>.

## Como Apagar os Registradores de Armazenamento de Dados

**CLEAR REG** (CLEAR REGisters = apagar os registradores). Apaga o conteúdo de todos os registradores de armazenamento de dados, zerando-os. **CLEAR REG** não afeta a pilha operacional nem o registrador LAST X. (Para apagar um único registrador de armazenamento de dados, basta armazenar um zero no mesmo).

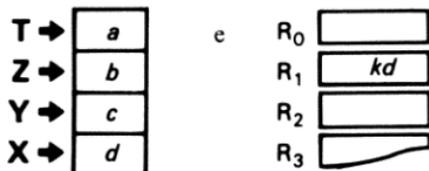
## Aritmética com Registradores de Armazenamento de Dados

**STO** (+, -, ×, ÷) n (STOrage register arithmetic = aritmética com registrador de armazenamento). Usa o valor contido no registrador X como operando de uma operação aritmética envolvendo o conteúdo de um registrador de armazenamento de dados especificado pelo endereço n. A sequência de teclas consiste de **STO**, seguida pela tecla da função aritméti-

ca, seguida por sua vez pelo endereço do registrador (0 a 9)\*. O resultado de tal operação ficará retido no registrador de armazenamento de dados especificado.



representam o estado atual de memória, ao se executar  $\boxed{\text{STO}} \boxed{x} 1$ , teremos o seguinte resultado:



(A pilha operacional não foi afetada)

O conteúdo de R<sub>1</sub> passou de K (K × d).

## Exercícios sobre Aritmética com Registradores de Armazenamento

Pressione	Visor	
18 $\boxed{\text{STO}}$ 0	18.0000	Armazena 18 em R <sub>0</sub> .
3 $\boxed{\text{STO}}$ + 0	3.0000	Divide o conteúdo do R <sub>0</sub> (18) por 3.
$\boxed{\text{RCL}}$ 0	6.0000	Recupera uma cópia do novo conteúdo de R <sub>0</sub> .
4 $\boxed{\text{STO}}$ × 0	4.0000	Multiplica o novo conteúdo de R <sub>0</sub> (6.000) por 4.
$\boxed{\text{RCL}}$ 0	24.0000	Recupera uma cópia do novo conteúdo de R <sub>0</sub> .

\* A aritmética com registradores de armazenamento de dados pode ser realizada com R<sub>0</sub> a R<sub>9</sub>, usando-se o endereçamento indireto, o qual será visto na seção 9, "O Registrador I". A aritmética com registradores de armazenamento não pode ser realizada no registrador R<sub>1</sub>.

Pressione	Visor	
$\boxed{\text{STO}} \boxed{+} \boxed{0}$	<b>24.0000</b>	Adiciona 24 ao conteúdo de $R_0$ .
$\boxed{\text{RCL}} \boxed{0}$	<b>48.0000</b>	Recupera uma cópia do novo conteúdo de $R_0$ .
40 $\boxed{\text{STO}} \boxed{-} \boxed{0}$	<b>40.0000</b>	Subtrai 40 do conteúdo de $R_0$ .
$\boxed{\text{RCL}} \boxed{0}$	<b>8.0000</b>	Recupera uma cópia do novo conteúdo de $R_0$ .

## Problemas

1. Calcule o valor de X na equação abaixo:

$$x = \sqrt{\frac{8.33(4 - 5.2) \div ((8.33 - 7.46) \times 0.32)}{4.3(3.15 - 2.75) - (1.71 \times 2.01)}}$$

Resposta: 4.5728

A seqüência de teclas abaixo é uma solução possível:

4  $\boxed{\text{ENTER}}$  5.2  $\boxed{-}$   
 8.33  $\boxed{\times}$   $\boxed{g}$   $\boxed{\text{LST}\uparrow}$  7.46  
 $\boxed{-}$  .32  $\boxed{\times}$   $\boxed{+}$   
 3.15  $\boxed{\text{ENTER}}$  2.75  $\boxed{-}$   
 4.3  $\boxed{\times}$  1.71  $\boxed{\text{ENTER}}$   
 2.01  $\boxed{\times}$   $\boxed{-}$   $\boxed{+}$   $\boxed{\sqrt{\square}}$

2. Use a aritmética com constante para calcular o saldo de um empréstimo de Cr\$ 1.000.000,00 após 6 pagamentos de Cr\$ 100.000,00, a juros de 1% por pagamento.

Procedimento: Carregue a pilha operacional com  $(1 + i)$  e introduza o saldo inicial. Use a fórmula abaixo para calcular o novo saldo após cada pagamento:

Novo Saldo = ((Saldo anterior)  $\times$   $(1 + i)$ ) - Pagamento

Resposta: Cr\$ 446.318,6446

3. Armazene 100 em  $R_5$ . A seguir, faça o seguinte:

1. Divida o conteúdo de  $R_5$  por 25.
2. Subtraia 2 do conteúdo de  $R_5$ .
3. Multiplique o conteúdo de  $R_5$  por 0.75.
4. Adicione 1.75 ao conteúdo de  $R_5$ .
5. Recupere o conteúdo de  $R_5$ .

Resposta: 3.2500

## Funções Numéricas

O conjunto das funções numéricas da sua HP-11C permite que você realize uma grande variedade de operações matemáticas, estatísticas e de alteração de números. Cada função opera da mesma forma, quer seja pelo teclado ou quando executada como parte de um programa.

### Pi

Pressionando-se  $\boxed{f}$   $\boxed{\pi}$ , o valor de pi (3.141592654) é colocado no registrador X, apresentado no visor. Se a pilha operacional não estiver desativada, ao se pressionar  $\boxed{f}$   $\boxed{\pi}$  faz-se com que seu conteúdo suba.

### Funções para a Alteração de Números

Além de  $\boxed{CHS}$  (veja *Números Negativos*, à página 17), a sua HP-11C possui outras quatro funções para a alteração de números:  $\boxed{ABS}$ ,  $\boxed{INT}$ ,  $\boxed{FRAC}$  e  $\boxed{RND}$ .

**Valor Absoluto.** Pressionando  $\boxed{g}$   $\boxed{ABS}$  obtém-se no registrador X o valor absoluto do seu conteúdo original.

**Parte Inteira.** Pressionando  $\boxed{g}$   $\boxed{INT}$  obtém-se no registrador X a parte inteira do seu conteúdo original, ou seja, os dígitos à direita do ponto decimal são zerados.

**Parte Fracionária.** Pressionando  $\boxed{f}$   $\boxed{FRAC}$  obtém-se no registrador X a parte decimal do seu conteúdo original, ou seja, a parte inteira é substituída por zero.

**Arredondamento.** Pressionando  $\boxed{g}$   $\boxed{RND}$ , arredonda-se os 10 dígitos internos da mantissa do número apresentado no visor, de modo a obter-se o número de dígitos especificado pelo formato de apresentação  $\boxed{FIX}$ ,  $\boxed{SCI}$  ou  $\boxed{ENG}$  atual.

Para Calcular	Exemplo de Sequências de Teclas	Visor
Valor absoluto	12345 $\boxed{CHS}$ $\boxed{g}$ $\boxed{ABS}$	-12,345 12,345.0000
Parte inteira	123.4567 $\boxed{g}$ $\boxed{INT}$	123.4567 123.0000

Para Calcular	Exemplo de Seqüências de Teclas	Visor
Parte Fracionária	123.4567 f FRAC	123.4567 0.4567
Arredondamento (supondo o formato <b>FIX</b> 4 de apresentação no visor). Examine o arredondamento	1.23456789 g RND f <b>FIX</b> 8	1.23456789 1.2346 1.23460000
Volte ao formato <b>FIX</b> 4	f <b>FIX</b> 4	1.2346

## Funções de Um Número

As funções matemáticas de um número da HP-11C têm as seguintes características:

Usam o valor do registrador X como argumento da função.

Substituem o conteúdo do registrador X pelo resultado da execução da função.

Não afetam o conteúdo dos registradores Y, Z e T.

### Funções Gerais

**O Inverso de um Número.** Pressionando-se  $\boxed{1/x}$  se obtém o inverso do valor contido no registrador X, ou seja, divide-se 1 pelo número do registrador X.

**Fatorial e Gama.** Pressionando-se  $\boxed{f}$   $\boxed{x!}$  se obtém o fatorial ou o valor da função Gama, da seguinte maneira:

#### 1. Fatorial.

$\boxed{x!}$  quando executada com um inteiro não negativo  $n$  ( $0 \leq n \leq 69$ ), contido no registrador X, calcula o fatorial de  $n$ , ou seja, calcula o produto dos inteiros de 1 a  $n$ .

## 2. Função Gama.

A tecla  $\boxed{x!}$  também pode ser usada para calcular a função Gama, representada por  $\Gamma(x)$ , que ocorre em determinados problemas de Matemática e Estatística avançadas\*. Pressionando  $\boxed{x!}$  obtém-se  $\Gamma(x + 1)$ . Para calcular a função Gama de um número, subtraia uma unidade do mesmo e pressione  $\boxed{x!}$ , obtendo o resultado no visor.

**Raiz Quadrada.** Pressionando  $\boxed{\sqrt{x}}$  obtém-se a raiz quadrada do número contido no registrador X.

**Como Elevar ao Quadrado.** Pressionando  $\boxed{x^2}$  obtém-se o quadrado do conteúdo do registrador X.

Para Calcular	Exemplo de Sequências de Teclas	Visor
Inverso	25 $\boxed{1/x}$	25 0.0400
Fatorial	8 $\boxed{f} \boxed{x!}$	8 40,320.0000
Gama	2.7 $\boxed{ENTER} \boxed{1} \boxed{-}$ $\boxed{f} \boxed{x!}$	2.7 1.7000 1.5447
Raiz Quadrada	3.9 $\boxed{\sqrt{x}}$	3.9 1.9748
Elevar ao Quadrado	12.3 $\boxed{g} \boxed{x^2}$	12.3 151.2900

\*  $\boxed{x!}$  pode ser usada para cálculo das funções Fatorial e Gama porque quando X é um inteiro não negativo  $n$ ,  $\Gamma(n + 1) = \Gamma(n + 1) = n!$ . A função Gama pode ser interpretada como uma generalização da função fatorial, já que o conteúdo do registrador X não se limita aos inteiros não negativos. De maneira inversa, a função fatorial pode ser interpretada como um caso particular da função Gama.

## Operações Trigonométricas

A sua HP-11C contém seis funções trigonométricas, as quais operam em graus decimais, radianos ou grados, à sua escolha.

**Modos Trigonométricos.** A escolha de um determinado modo trigonométrico não causa a conversão de nenhum número armazenado na calculadora para esse modo. A especificação de um determinado modo trigonométrico simplesmente indica à calculadora a unidade de medida (graus, radianos ou grados) a ser usada na execução de uma função trigonométrica.

Pressionando **[g] [DEG]** ativa-se o modo trigonométrico Graus. Nenhum anúncio aparece no visor.

Pressionando **[g] [RAD]** ativa-se o modo trigonométrico Radianos. Quando o modo **[RAD]** está ativo, o anúncio **RAD** aparece no visor.

**[g] [RAD]**

0.0000  
RAD

Pressionando **[g] [GRAD]** ativa-se o modo trigonométrico Grados. Quando o modo **[GRAD]** está ativo, o anúncio **GRAD** aparece no visor.

**[g] [GRAD]**

0.0000  
GRAD

A calculadora está sempre num desses três modos. A Memória Contínua preserva o último modo trigonométrico especificado, mesmo sendo desligada e ligada novamente. Se ocorrer uma falha de energia, ou se a Memória Contínua for apagada (veja à página 20), a calculadora ficará automaticamente no modo **[DEG]**.

## Funções Trigonométricas

Pressionando	Calcula-se
<b>[SIN]</b>	seno
<b>[g] [SIN<sup>1</sup>]</b>	arco-seno
<b>[COS]</b>	cosseno
<b>[g] [COS<sup>1</sup>]</b>	arco-cosseno
<b>[TAN]</b>	tangente
<b>[g] [TAN<sup>1</sup>]</b>	arco-tangente

Antes de usar qualquer uma das funções trigonométricas, certifique-se de ativar o modo trigonométrico adequado (**DEG**, **RAD** ou **GRAD**) então execute a função trigonométrica desejada.

Para Calcular	Exemplo de Sequências de Teclas	Visor
(Supondo que o modo <b>DEG</b> esteja ativo).  Todas as funções trigonométricas, por ex: Seno  Arco-Seno	<b>33.5</b> <b>SIN</b>  <b>.7982</b> <b>9 SIN<sup>-1</sup></b>	<b>33.5</b> <b>0.5519</b>  <b>0.7982</b> <b>52.9586</b>

## Conversões de Tempo e Ângulos

A HP-11C interpreta os números que representam tempo e ângulos no formato decimal ou no formato minutos-segundos, dependendo da conversão a ser executada:

Horas. Décimos de hora (H.h)  ou  Graus. Décimos de graus (D.d)	Horas. Minutos, Segundos, Décimos de Segundo (H.MMSSs)  ou  Graus, Minutos, Segundos, Décimos de Segundo (D.MMSSs)
---	--

**Conversão para Horas (ou Graus), Minutos, Segundos.** Para a conversão de horas decimais (ou graus decimais) em horas (ou graus), minutos, segundos, décimos de segundo, introduza o valor das horas (ou graus) decimais no registrador X e pressione **f** **↔H.MS**.

H.h → H.MMSSs  
ou  
D.d → D.MMSSs

**Conversão para Horas (ou Graus) Decimais.** Para a conversão de horas (ou graus), minutos, segundos, décimos de segundo em horas (ou graus) decimais, introduza no registrador X o valor a ser convertido e pressione **[g] [↔H]**.

H.MMSSs → H.h  
ou  
D.MMSSs → D.d

## Conversão Graus/Radianos

As funções **[↔DEG]** e **[↔RAD]** podem ser usadas para a conversão de ângulos em graus *decimais* para radianos. (D. d → R.r e R.r → D.d).

**Conversão de Graus para Radianos.** Para a conversão de um valor em graus, contido no registrador X, para seu equivalente em radianos, pressione **[f] [↔RAD]**.

**Conversão de Radianos para Graus.** Para a conversão de um valor em radianos, contido no registrador X, para seu equivalente em graus, pressione **[g] [↔DEG]**.

Para Converter	Exemplo de Sequências de Teclas	Visor
Horas Decimais (H.h) ou graus (D.d) para o formato H.MMSSs ou D.MMSSs  Para a visualização dos décimos de segundo, sem sair da apresentação em <b>[FIX]</b> 4, pressione:	17.553 <b>[f] [↔H.MS]</b>	<b>17.553</b> <b>17.3311</b>
H.MMSSs ou D.MMSSs para o formato de horas decimais (H.h) ou graus (D.d).	12.3045 <b>[g] [↔H]</b>	<b>12.3045</b> <b>12.5125</b>
Graus em Radianos	40.5 <b>[f] [↔RAD]</b>	<b>40.5</b> <b>0.7069</b>
Radianos em Graus	1.1746 <b>[g] [↔DEG]</b>	<b>1.1746</b> <b>67.2996</b>

## Funções Logarítmicas

**Logaritmo Natural.** O logaritmo natural (na base  $e$ ,  $e = 2.718281828$ ) do valor contido no registrador  $X$  é obtido pressionando  $\boxed{g}$   $\boxed{LN}$ .

**Antilogaritmo Natural.** O antilogaritmo natural do valor contido no registrador  $X$ , ou seja, para se elevar  $e$  ( $2.718281828$ ) à potência do valor contido no registrador  $X$ , basta se pressionar  $\boxed{e^x}$ .

**Logaritmo Comum.** O logaritmo comum (na base 10) do valor contido no registrador  $X$ , é obtido pressionando-se  $\boxed{g}$   $\boxed{LOG}$ .

**Antilogaritmo Comum.** O antilogaritmo comum do valor contido no registrador  $X$ , ou seja, para se elevar 10 à potência do valor contido no registrador  $X$ , basta se pressionar  $\boxed{10^x}$ .

Para Calcular	Exemplo de Sequências de Teclas	Visor
Logaritmo Natural	45 $\boxed{g}$ $\boxed{LN}$	45 3.8067
Antilogaritmo Natural	3.4012 $\boxed{e^x}$	3.4012 30.0001
Logaritmo Comum	12.4578 $\boxed{g}$ $\boxed{LOG}$	12.4578 1.0954
Antilogaritmo Comum	3.1354 $\boxed{10^x}$	3.1354 1.365.8405

## Funções Hiperbólicas

Pressione	Para Calcular
$\boxed{f}$ $\boxed{HYP}$ $\boxed{SIN}$	Seno hiperbólico ( <i>senh</i> )
$\boxed{g}$ $\boxed{HYP}$ $\boxed{SIN}$	Arco-seno hiperbólico ( <i>senh<sup>-1</sup></i> )
$\boxed{f}$ $\boxed{HYP}$ $\boxed{COS}$	Cosseno hiperbólico ( <i>cosh</i> )

Pressione	Para Calcular
g HYP <sup>1</sup> COS f HYP TAN g HYP <sup>1</sup> TAN	Arco-cosseno hiperbólico ( $\cosh^{-1}$ ) Tangente hiperbólica ( $\tanh$ ) Arco-tangente hiperbólica ( $\tanh^{-1}$ )

Para Calcular	Exemplo de Sequências de Teclas	Visor
Todas as funções hiperbólicas; por exemplo: Seno hiperbólico	2.53 f HYP SIN	2.53 6.2369
Arco-seno hiperbólico	1.95 g HYP <sup>1</sup> SIN	1.95 1.4210

## Funções de Dois Números

As funções matemáticas de dois números da sua HP-11C calculam um resultado usando os valores contidos nos registradores X e Y. Para utilizar qualquer uma dessas funções, introduza inicialmente um valor, pressione **ENTER** para colocá-lo no registrador Y, introduza um valor no registrador X e então execute a função.

### Potenciação

Pressionando  **$y^x$**  se eleva o conteúdo do registrador Y à potência do valor contido no registrador X.

Para Calcular	Exemplo de Sequências de Teclas	Visor
Potenciação	2 ENTER 3 $y^x$	2.0000 3 8.0000

### Porcentagens

**Porcentagem.** Para se determinar uma determinada porcentagem de um número:

1. Introduza o número base.
2. Pressione **ENTER**.

3. Introduza a taxa percentual.

4. Pressione  $\boxed{g} \boxed{\%}$ .

<b>T</b> →				
<b>Z</b> →				
<b>Y</b> →		<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>
<b>X</b> →	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>25</b>	<b>37.5</b>
<b>Teclas</b> →	150	$\boxed{\text{ENTER}}$	25	$\boxed{g} \boxed{\%}$
<b>LAST X</b> →				$\boxed{25}$

A porcentagem aparecerá no registrador X, o número base permanecerá no registrador Y e a taxa percentual será colocada no registrador LAST X. A pilha operacional não sobe, ou seja, eventuais valores contidos nos registradores T e Z, antes de se pressionar  $\boxed{g} \boxed{\%}$ , não serão afetados. A ilustração acima mostra como usar a tecla  $\boxed{\%}$  para calcular 25% de 150.

**Varição Porcentual.** A função  $\boxed{\Delta\%}$  calcula a variação percentual, ou seja, o acréscimo ou decréscimo relativo entre dois números. Para calcular a variação percentual:

1. Introduza o número base (em geral é o primeiro número que ocorre).
2. Pressione  $\boxed{\text{ENTER}}$ .
3. Introduza o segundo número.
4. Pressione  $\boxed{g} \boxed{\Delta\%}$ .

<b>T</b> →				
<b>Z</b> →				
<b>Y</b> →		<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>
<b>X</b> →	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>225</b>	<b>50</b>
<b>Teclas</b> →	150	$\boxed{\text{ENTER}}$	225	$\boxed{g} \boxed{\Delta\%}$
<b>LAST X</b> →				$\boxed{225}$

Utilizando-se a ordem de introdução dada acima, um resultado positivo implica num acréscimo, enquanto que um resultado negativo implica num

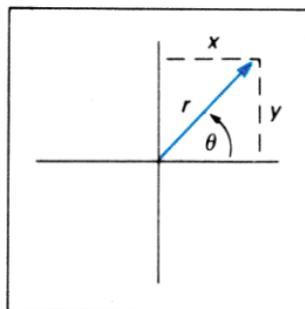
decréscimo. A ilustração precedente exemplifica o uso de  $\Delta\%$  para calcular o acréscimo percentual de 150 (o número base) a 225 (o segundo valor).

Para Calcular	Exemplo de Sequências de Teclas	Visor
Porcentagem		
Número Base	200 $\text{ENTER}$	200.0000
Taxa Percentual	75	75
Porcentagem	$\text{g}$ $\%$	150.0000
Variação Percentual		
Número Base	40 $\text{ENTER}$	40.0000
Segundo Valor	160	160
Acréscimo Percentual	$\text{g}$ $\Delta\%$	300.0000

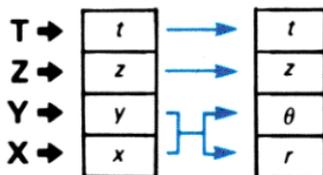
### Conversão de Coordenadas Polares/Retangulares

A HP-11C possui duas funções para a conversão de coordenadas polares/retangulares:  $\text{P}$  e  $\text{R}$ .

Presume-se que o ângulo  $\theta$  esteja representado em graus decimais, radianos ou graus, dependendo do modo trigonométrico ( $\text{DEG}$ ,  $\text{RAD}$  ou  $\text{GRAD}$ ) que tenha sido ativado. O ângulo  $\theta$  é representado como se vê na ilustração à direita.  $\theta$  será obtido entre  $180^\circ$  e  $-180^\circ$ .

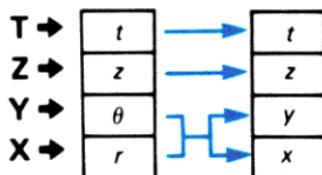


**Conversão para Coordenadas Polares.**  
 Pressione  $\text{g}$   $\text{P}$  (*Polar*) para converter o conteúdo dos registradores X e Y, representando, respectivamente, as coordenadas (x,y), para coordenadas polares (magnitude, ângulo  $\theta$ ).



Teclas  $\text{g}$   $\text{P}$

**Conversão para Coordenadas Retangulares.** Pressione  $\boxed{f} \boxed{\rightarrow R}$  (*retangular*) para converter o conteúdo dos registradores X e Y, representando, respectivamente, as coordenadas (magnitude  $r$ , ângulo  $\theta$ ), para as coordenadas retangulares  $(x, y)$ .



Teclas  $\rightarrow$   $\boxed{f} \boxed{\rightarrow R}$

Para Converter	Exemplo de Sequências de Teclas	Visor
Coordenadas retangulares em polares: $y$ $x$ $r$ $\theta$	5 $\boxed{\text{ENTER}}$ 10 $\boxed{g} \boxed{\rightarrow P}$ $\boxed{x \approx y}$	5.0000 10 -11.1803 26.5651
Coordenadas polares em retangulares: $\theta$ $r$ $x$ $y$	30 $\boxed{\text{ENTER}}$ 12 $\boxed{f} \boxed{\rightarrow R}$ $\boxed{x \approx y}$	30.0000 12 10.3923 6.0000

## Probabilidade

**Permutações.** Pressione  $\boxed{f} \boxed{P_{Y,X}}$  para calcular o número de *arranjos* possíveis de  $y$  itens distintos, em grupos de  $x$  itens a cada vez, sendo que diferentes disposições dos mesmos  $x$  itens são contadas separadamente. (Nenhum item ocorre mais de uma vez no mesmo arranjo).  $\boxed{P_{Y,X}}$  calcula as permutações segundo a seguinte fórmula:

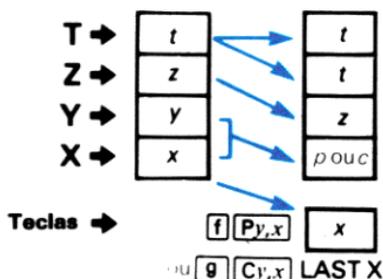
$$P_{y,x} = \frac{y!}{(y-x)!}$$

**Combinações.** Pressione  $\boxed{9} \boxed{C_{y,x}}$  para calcular o número de possíveis  $y$  itens distintos tomados em grupos de  $x$  itens a cada vez, independentemente de sua ordem (sendo que nenhum item ocorre mais de uma vez).  $\boxed{C_{y,x}}$  calcula as combinações segundo a seguinte fórmula:

$$C_{y,x} = \frac{y!}{x!(y-x)!}$$

Para calcular o número de permutação ou combinações:

1. Introduza o número de itens ( $y$ ).
2. Pressione  $\boxed{\text{ENTER}}$ .
3. Introduza o número de itens ( $x$ ) por arranjo ou conjunto.
4. Pressione  $\boxed{f} \boxed{P_{y,x}}$  ou  $\boxed{9} \boxed{C_{y,x}}$ .



O resultado  $p$  ou  $c$ , aparecerá no registrador X e a pilha operacional descerá, ficando no registrador LAST X o número de itens por arranjo ou conjunto.

Todos os dados para cálculo do número de permutações ou de combinações devem ser inteiros não negativos.

**Observação:** A duração da execução de  $\boxed{P_{y,x}}$  ou  $\boxed{C_{y,x}}$  pode ser longa, dependendo da magnitude dos seus dados  $y$  e  $x$ . O valor máximo que você pode introduzir para o cálculo de  $\boxed{P_{y,x}}$  ou  $\boxed{C_{y,x}}$  é  $10^{10}-1$ . A mensagem **running** (em execução), aparecerá no visor durante cálculos mais extensos de  $\boxed{P_{y,x}}$  e  $\boxed{C_{y,x}}$ .

Para Calcular	Exemplo de Seqüências de Teclas	Visor
Permutação Exemplo: 10 itens em arranjos de 3 a cada vez.	10 <b>ENTER</b> 3 <b>f</b> <b>P<sub>y,x</sub></b>	<b>10.0000</b> <b>720.0000</b>
Combinação Exemplo: 10 itens em conjuntos de 3 a cada vez.	10 <b>ENTER</b> 3 <b>g</b> <b>C<sub>y,x</sub></b>	<b>10.0000</b> <b>120.0000</b>

## Funções Estatísticas

### Gerador de Números Aleatórios

O gerador de números aleatórios da HP-11C gera uma seqüência de números pseudo-aleatórios, com distribuição uniforme, no intervalo  $0 \leq r < 1$ .\* Como cada número da seqüência é calculado em função do número anterior, o primeiro termo da seqüência, o termo inicial, também denominado "semente", tem que ser fornecido. Você pode escolher entre utilizar o número inicial, armazenado automaticamente na calculadora (zero) ou fornecê-lo você mesmo. Devido à Memória Contínua, o cálculo de uma seqüência de números aleatórios continuará até que um novo termo inicial seja armazenado.

**A Semente dos Números Aleatórios.** Para iniciar uma nova seqüência de números aleatórios, a qualquer momento, coloque um novo termo inicial no gerador de números aleatórios da seguinte maneira: introduza um número  $n$  qualquer,  $0 \leq n \leq 1$  e pressione **STO** **f** **RAN#**. Para gerar um número aleatório, basta pressionar **f** **RAN#**. O novo número aleatório aparecerá no registrador X. (**f** **RAN#** afeta a pilha operacional da mesma forma que ela é afetada ao se recuperar o conteúdo de um registrador de armazenamento). O novo número aleatório gerado será utilizado para o cálculo do novo número aleatório da seqüência atual. Toda a vez que a Memória Contínua for apagada, ou quando ocorrer uma falha de energia, a semente do processo aleatório será zerada. (O uso repetido do mesmo valor, como termo inicial de uma seqüência de números aleatórios, causará a repetição da mesma).

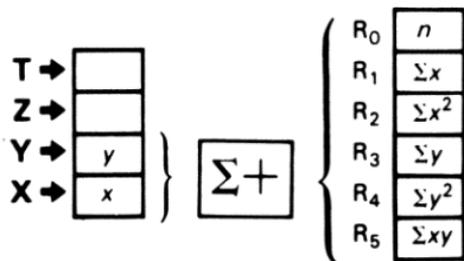
\* Passa no Teste Espectral (Knuth, Vol. 2)

Geração de Números Aleatórios	Exemplo de Sequências de Teclas	Visor
Para armazenar 0.5764 como termo inicial de uma seqüência aleatória: (Termo inicial Arbitrário)	$\boxed{0.5764}$	<b>0.5764</b>
O termo inicial foi armazenado	$\boxed{\text{STO}}$ $\boxed{f}$ $\boxed{\text{RAN}\#}$	<b>0.5764</b>
Para gerar uma seqüência de números aleatórios, baseada no termo inicial acima:	$\boxed{f}$ $\boxed{\text{RAN}\#}$ $\boxed{f}$ $\boxed{\text{RAN}\#}$ ⋮ ⋮	<b>0.3422</b> <b>0.2809</b> ⋮ ⋮

Você encontrará na Parte III deste manual, na seção “Números Aleatórios” (página 224), alguns detalhes adicionais sobre o gerador de números aleatórios.

### Acumulando Estatísticas

$\boxed{\Sigma+}$  é uma função de dois números que calcula estatísticas dos valores dos registradores X e Y. Os resultados são automaticamente acumulados nos registradores  $R_0$  a  $R_5$ .

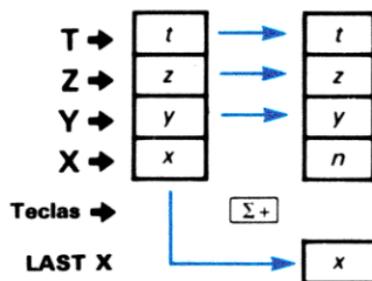


Todos os valores que estiverem nos registradores  $R_0$  a  $R_5$ , remanescentes de cálculos ou operações de armazenamento anteriores, serão incorporados aos somatórios que forem processados posteriormente. Para garantir que tais registradores estejam zerados antes da realização de novos cálculos, pressione  $\boxed{f}$  CLEAR  $\boxed{\Sigma}$  (tal operação introduz zeros na pilha operacional e nos registradores  $R_0$  a  $R_5$ ) antes do início da operação.

Cada vez que você pressionar a tecla  $\boxed{\Sigma+}$ , as estatísticas abaixo serão calculadas e os resultados serão armazenados nos registradores indicados:

Registrador	Conteúdo
R <sub>0</sub>	$n$ : Número de pares de dados acumulados ( $n$ também é apresentado no visor).
R <sub>1</sub>	$\Sigma x$ : Somatório dos valores de $x$ .
R <sub>2</sub>	$\Sigma x^2$ : Somatórios dos valores de $x^2$ .
R <sub>3</sub>	$\Sigma y$ : Somatório dos valores de $y$ .
R <sub>4</sub>	$\Sigma y^2$ : Somatório dos valores de $y^2$ .
R <sub>5</sub>	$\Sigma xy$ : Somatório dos produtos dos valores de $x$ e $y$ .

Depois de executar  $\boxed{\Sigma+}$ , o valor anteriormente contido no registrador X é preservado no registrador LAST X e o novo valor de  $n$  é colocado no registrador X. O valor anteriormente contido no registrador Y não é alterado.



Quando você introduz um novo número, o novo valor de  $n$  será escrito sobre o anterior; a pilha operacional não subirá.

Se algum problema estatístico envolver somente uma variável ( $x$  ou  $y$ ), ao invés de duas ( $x$  e  $y$ ), certifique-se do registrador Y estar zerado antes da execução da função  $\boxed{\Sigma+}$ . (Ao pressionar  $\boxed{f}$  CLEAR  $\boxed{\Sigma}$ , antes do início de uma série de somatórios, você estará garantindo a presença do zero no registrador Y, deixando-o pronto para a série de variáveis singulares, além de zerar a pilha operacional e os registradores estatísticos (R<sub>0</sub> a R<sub>5</sub>)).

Alguns conjuntos de dados consistem em valores de  $x$  (ou  $y$ ) que diferem entre si por uma pequena diferença. Você pode maximizar a precisão de qualquer cálculo estatístico envolvendo tais dados, introduzindo apenas as diferenças entre cada valor e certa grandeza próxima da média dos valo-

res. Esta grandeza deverá ser somada ao resultado dos cálculos de  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$  ou com a intersecção da reta da regressão linear com o eixo  $y$ . Por exemplo, se os seus valores de  $x$  são 665999, 666000 e 666001, você deveria introduzir os dados como -1, 0 e 1. Se mais tarde você calcular  $\bar{x}$ , some 660000 à resposta. Em alguns casos, a calculadora não poderá determinar  $s$ ,  $r$ , L.R. ou  $\bar{y}$ , com valores muito próximos um dos outros; ao tentar obtê-los, a calculadora apresentará a mensagem "Error 2" no visor. Isto não ocorrerá, entretanto, se você normalizar os dados como foi descrito acima.

**Observação:** Em contraste com a aritmética com registradores de armazenamento, as operações  $\Sigma+$  e  $\Sigma-$  permitem que a capacidade da calculadora seja ultrapassada, nos registradores  $R_0$  a  $R_5$ , sem indicar **Error 1** no visor.

Você pode recuperar qualquer um dos somatórios no visor, pressionando  $\text{RCL}$  e o índice do registrador de armazenamento de dados que contém o somatório desejado. Se você desejar recuperar tanto  $\Sigma x$  como  $\Sigma y$ , pressione  $\text{RCL} \Sigma+$ . Isto fará com que, simultaneamente,  $\Sigma x$  contido em  $R_1$  e  $\Sigma y$  contido em  $R_3$  sejam copiados nos registradores X e Y, respectivamente. ( $\text{RCL} \Sigma+$  faz com que a pilha operacional suba, tal como se os dois valores tivessem sido consecutivamente introduzidos).

**Exemplo.** Helena Voltz, pesquisadora em energia elétrica, suspeita que existe uma possível relação entre o crescimento da produção mundial de carvão, de 1972 a 1976, e um fenômeno similar na geração mundial de energia elétrica, no mesmo período. Para ajudá-la no estudo dos dados, Voltz utilizará a sua HP-11C para acumular os dados das produções de carvão e de energia elétrica. Calcule  $\Sigma x$ ,  $\Sigma x^2$ ,  $\Sigma y$ ,  $\Sigma y^2$  e  $\Sigma xy$  para os pares de dados de  $x$  e  $y$  de Voltz.



Ano	1972	1973	1974	1975	1976
Produção de carvão ( $y$ ) (em bilhões de toneladas métricas)	1.761	1.775	1.792	1.884	1.943
Energia elétrica gerada ( $x$ ) (em bilhões de Megawatt-Horas)	5.552	5.963	6.135	6.313	6.713

**Pressione**f CLEAR  $\Sigma$ 

1.761 ENTER

5.552  $\Sigma+$ 

1.775 ENTER

5.963  $\Sigma+$ 

1.792 ENTER

6.135  $\Sigma+$ 

1.884 ENTER

6.313  $\Sigma+$ 

1.943 ENTER

6.713  $\Sigma+$ 

RCL 1

RCL 2

RCL 3

RCL 4

RCL 5

**Visor****0.0000****1.7610****1.0000****1.7750****2.0000****1.7920****3.0000****1.8840****4.0000****1.9430****5.0000****30.6760****188.9386****9.1550****16.7877****56.2924**

Apaga os registradores de armazenamento estatístico ( $R_0$  a  $R_5$ ) e a pilha operacional

Dados de 1972

Dados de 1973

Dados de 1974

Dados de 1975

Dados de 1976

Soma dos valores de  $x$  ( $\Sigma x$ ), do registrador  $R_1$ .

Soma dos quadrados dos valores de  $x$  ( $\Sigma x^2$ ), do registrador  $R_2$ .

Soma dos valores de  $y$  ( $\Sigma y$ ) do registrador  $R_3$ .

Soma dos quadrados dos valores de  $y$  ( $\Sigma y^2$ ), do registrador  $R_4$ .

Soma dos produtos dos valores de  $x$  e  $y$  ( $\Sigma xy$ ), do registrador  $R_5$ .

## Corrigindo Estatísticas Acumuladas

Se você descobrir que introduziu dados incorretos, as estatísticas acumuladas podem ser facilmente corrigidas.

1. Introduza o par incorreto de dados nos registradores X e Y.
2. Pressione  $\boxed{\Sigma^-}$  para suprimir os dados incorretos.
3. Introduza os valores corretos de  $x$  e  $y$ . Se um valor do par  $(x,y)$  de dados estiver incorreto, você deve suprimir e introduzir ambos os valores.
4. Pressione  $\boxed{\Sigma+}$ .

**Observação:** Embora  $\boxed{g} \boxed{\Sigma^-}$  possa ser utilizada para suprimir um par  $(x,y)$  errado, não eliminará quaisquer erros de arredondamento que possam ter ocorrido por ocasião da edição do par original aos registradores  $R_1$  a  $R_6$  utilizados pelos somatórios. Conseqüentemente, os resultados posteriores poderão diferir daqueles obtidos sem a introdução do par errado  $(x,y)$  através de  $\boxed{\Sigma+}$  e a seguir suprimimos por  $\boxed{\Sigma^-}$ . Entretanto essa diferença não terá conseqüências sérias, a menos que a magnitude do par errado seja muito maior que a do par correto; nesse caso, talvez seja melhor recomear tudo, reintroduzindo (com mais cuidado) os dados originais.

**Exemplo:** Após a introdução dos dados precedentes, Voltz recebeu novos dados indicando que a operação de carvão referente ao último par foi de 1.946 ao invés de de 1.943. Use  $\boxed{\Sigma^-}$  para remover os dados estatísticos acumulados pelo uso do par incorreto. A seguir introduza o par de dados correto.

Pressione

1.943  $\boxed{\text{ENTER}}$

6.713  $\boxed{g} \boxed{\Sigma^-}$

1.946  $\boxed{\text{ENTER}}$

6.713  $\boxed{\Sigma+}$

Visor

1.9430

4.0000

1.9460

5.0000

Introduza o par de dados que desejamos substituir e suprima-o. O número de pares introduzidos será reduzido a 4.

Introduza e acumule o novo par de dados. O número de pares de dados acumulados será novamente igual a 5.

Mantenha as estatísticas precedentes na sua calculadora para que possamos utilizá-las nos próximos exemplos.

### Média

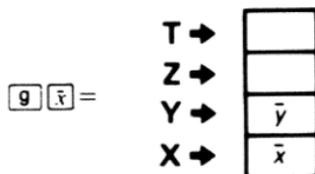
A função  $\bar{x}$  calcula a média aritmética das estatísticas de  $x$  e  $y$  acumulados nos registradores  $R_1$  e  $R_3$ , respectivamente. Quando você pressiona  $\bar{x}$ :

1. O conteúdo dos registradores da pilha operacional é deslocado para cima, da mesma forma que ao se pressionar  $\text{RCL} \Sigma+$ , como foi descrito na página 58.
2. A média dos valores de  $x$  ( $\bar{x}$ ) é calculada usando-se as estatísticas acumuladas em  $R_1$  ( $\Sigma x$ ) e  $R_0$  ( $n$ ). A média dos valores de  $y$  ( $\bar{y}$ ) é calculada usando-se os dados acumulados nos registradores  $R_3$  ( $\Sigma y$ ) e  $R_0$  ( $n$ ).

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$$

$$\bar{y} = \frac{\Sigma y}{n}$$

3. Os valores de  $\bar{x}$  e  $\bar{y}$  são colocados nos registradores X e Y da pilha operacional.



**Exemplo:** A partir dos dados estatísticos referentes aos 5 anos do exemplo anterior que você acumulou (e corrigiu), calcule a média da produção de carvão e a média da geração de energia para todo o período.

**Pressione**

$\bar{x}$

**Visor**

**6.1352**

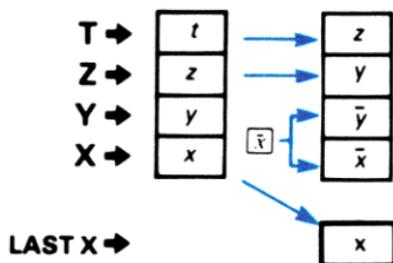
Média da geração de energia elétrica (média dos dados introduzidos no registrador X) referente ao período de 5 anos.

$x \geq y$ 

1.8316

Média da produção de carvão (média dos dados introduzidos no registrador Y) referente ao período de 5 anos.

A ilustração abaixo mostra o que ocorre à pilha operacional quando você executa  $\bar{x}$  (presumindo-se que a pilha operacional esteja desativada, como estaria após uma operação de  $\Sigma+$ ).



Mantenha as estatísticas precedentes na sua HP-11C para uso no próximo exemplo.

## Desvio Padrão

Ao se pressionar  $\sigma$   $s$  calcula-se o desvio padrão (uma medida da dispersão em torno da média) dos dados estatísticos acumulados. As fórmulas utilizadas pela HP-11C para calcular  $s_x$ , o desvio padrão dos valores de  $x$  acumulados, e  $s_y$ , o desvio padrão dos valores de  $y$  acumulados são:

$$s_x = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

$$s_y = \sqrt{\frac{n \sum y^2 - (\sum y)^2}{n(n-1)}}$$

Estas fórmulas dão a *melhor estimativa* do desvio padrão. a partir dos dados da *amostra*. Conseqüentemente, o desvio padrão obtido através dessas fórmulas é denominado, por convenção, o desvio padrão da *amostra*. Quando você pressiona  $\boxed{g} \boxed{s}$  :

1. O conteúdo dos registradores da pilha operacional é elevado, da mesma forma que ao se pressionar  $\boxed{RCL} \boxed{\Sigma+}$ , como foi descrito na página 58.
2. O desvio padrão dos valores de  $x (s_x)$ , é calculado usando-se os dados acumulados nos registradores  $R_2 (\Sigma x^2)$ ,  $R_1 (\Sigma x)$ , e  $R_0 (n)$ , segundo a fórmula mostrada acima. O valor de  $s_x$  resultante é colocado no registrador X.
3. O desvio padrão dos valores de  $y (s_y)$ , é calculado usando-se os dados acumulados nos registradores  $R_4 (\Sigma y^2)$ ,  $R_3 (\Sigma y)$  e  $R_0 (n)$  segundo a fórmula mostrada acima. O valor de  $s_y$  resultante fica disponível no registrador Y.

**Exemplo:** Calcule o desvio padrão da produção de carvão corrigida e da geração de energia elétrica, acumuladas nos exemplos anteriores.

**Pressione**

$\boxed{g} \boxed{s}$

**Visor**

**0.4287**

Desvio padrão da geração de energia elétrica (dos dados introduzidos no registrador X), para o período de 5 anos.

$\boxed{x} \boxed{\equiv} \boxed{y}$

**0.0800**

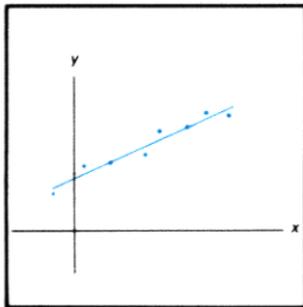
Desvio padrão da produção de carvão (dos dados introduzidos no registrador Y), para o período de 5 anos.

Mantenha as estatísticas precedentes na sua HP-11C, para uso no próximo exemplo.

Quando seus dados constituem não apenas uma amostra da população, mas a população *toda*, o desvio padrão dos dados é realmente o desvio padrão da população (denotado por  $\sigma$ ). A fórmula para o cálculo do desvio padrão da população difere da fórmula utilizada para o cálculo de  $s$  por um fator de  $[(n-1)/n]^{1/2}$ . A diferença entre os valores é pequena, e pode até mesmo ser ignorada na maioria das aplicações. Apesar disso, se você quiser calcular o valor exato do desvio padrão da população, para a população toda, você pode fazê-lo facilmente, pressionando algumas poucas teclas da sua HP-11C. Basta adicionar os dados, usando a tecla  $\Sigma+$ , à média ( $\bar{x}$ ) dos mesmos e a seguir pressionar  $\square$   $\square$ . O resultado será o verdadeiro desvio padrão da população constituída por todos os dados originais.

### Regressão Linear.

A regressão linear é um método estatístico de cálculo da reta que melhor se ajusta a um conjunto de dois ou mais pares de dados, fornecendo uma relação entre duas variáveis. Após acumular as estatísticas de um grupo de pares de dados, nos registradores  $R_0$  a  $R_5$ , você pode calcular os coeficientes da equação linear  $y = Ax + B$  através do método dos mínimos quadrados, pressionando  $\square$   $\square$ .



Para utilizar a função de regressão da sua HP-11C, use a tecla  $\Sigma+$  para acumular as estatísticas de uma série de dois ou mais pares de dados. Execute  $\square$  a seguir. Quando você pressiona  $\square$   $\square$ :

1. O conteúdo dos registradores da pilha operacional é elevado da mesma maneira que quando você pressionou  $\square$   $\Sigma+$ , como foi visto na página 58.
2. A inclinação ( $A$ ) e a intersecção ( $B$ ) com o eixo  $y$ , da reta dos mínimos quadrados ajustada aos dados, são calculadas através das seguintes equações:

$$A = \frac{n \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$$

$$B = \frac{\Sigma y \Sigma x^2 - \Sigma x \Sigma xy}{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$$

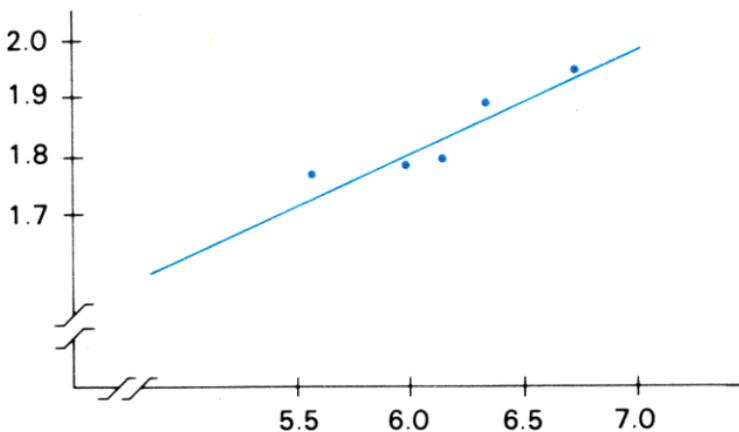
A inclinação  $A$ , fica disponível no registrador Y; a intersecção,  $B$ , é colocada no registrador X, apresentado no visor.

$f(L.R.) =$	<b>T</b> →	
	<b>Z</b> →	
	<b>Y</b> →	inclinação ( $A$ )
	<b>X</b> →	intersecção com o eixo Y ( $B$ ).

**Exemplo:** Calcule a intersecção com o eixo  $y$  e a inclinação da reta dos mínimos quadrados ajustada aos dados corrigidos de Voltz.

**Solução:** Voltz *poderia* fazer um gráfico da produção de carvão contra a geração de energia elétrica, como o mostrado a seguir. No entanto com a sua HP-11C, Voltz precisaria apenas acumular as estatísticas (como já o fizemos), usando a tecla  $\Sigma+$ , e então pressionar  $f(L.R.)$ .

Produção de Carvão  
(em Bilhões de  
Toneladas Métricas)



Geração de Energia Elétrica  
(em Bilhões de Megawatt-Horas)

**Pressione** $f$   $\boxed{\text{L.R.}}$ **Visor****0.7773**Intersecção do eixo  
 $y$  com a reta. $\boxed{x \geq y}$ **0.1718**

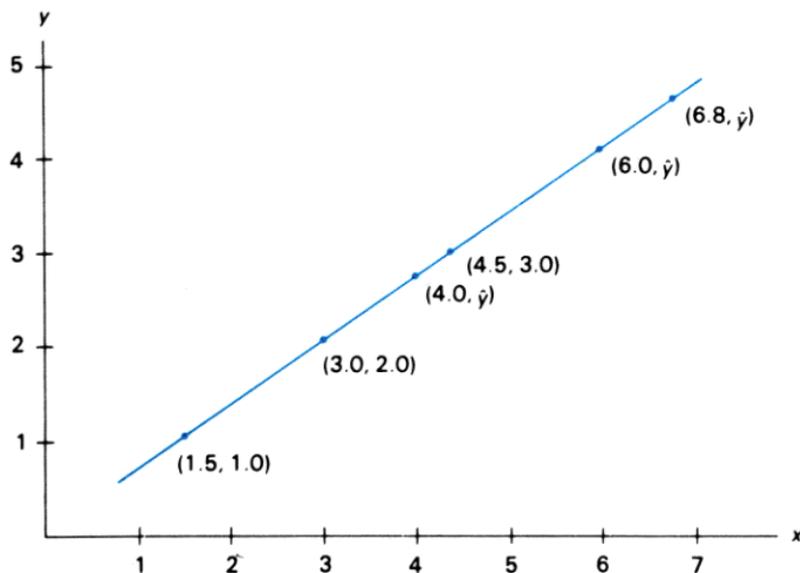
Inclinação da reta.

Mantenha as estatísticas acumuladas na sua calculadora para uso no próximo exemplo.

### Estimação Linear e Coeficiente de Correlação

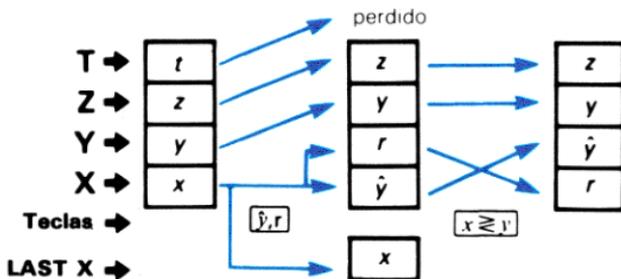
Quando você executa a função  $\boxed{\hat{y}, r}$ , a *estimativa linear* ( $\hat{y}$ ) é colocada no registrador X, e o *coeficiente de correlação* ( $r$ ) é colocado no registrador Y.

**Estimação Linear.** Estando acumulada as estatísticas nos registradores  $R_0$  a  $R_5$ , um valor estimado de  $y$  (denotado por  $\hat{y}$ ) pode ser calculado introduzindo-se um valor conhecido  $x$  e pressionando-se  $\boxed{f} \boxed{\hat{y}, r}$ .



**Coefficiente de Correlação.** Tanto a regressão linear como a estimação linear presumem que a relação entre  $x$  e  $y$  pode ser representada, com um certo grau de segurança, por uma função linear (ou seja, por uma reta). O coeficiente de correlação pode variar de  $r = +1$  a  $r = -1$ . Se  $r = +1$  os dados caem exatamente sobre uma reta com inclinação positiva. Se  $r = -1$  os dados caem exatamente sobre uma reta com inclinação negativa. Se  $r = 0$  os dados não podem ser aproximados por uma reta. Estando acumuladas as estatísticas nos registradores  $R_0$  a  $R_5$ , o coeficiente de correlação é calculado pressionando-se  $\boxed{f} \boxed{\hat{y}, r}$ . O valor que aparecerá no registrador X será o de  $y$  (sem significado, a menos que você tenha introduzido um determinado valor de  $x$ , como foi descrito acima). Para obter o coeficiente de correlação ( $r$ ), faça o intercâmbio entre os conteúdos dos registradores X e Y, pressionando  $\boxed{x \rightleftharpoons y}$ .

Quando abordamos LAST X na seção 2, vimos que  $\boxed{\bar{y}}$ ,  $\boxed{S}$  e  $\boxed{L.R.}$  não colocam uma cópia do valor  $x$  no registrador LAST X. No entanto, como  $y$  é calculada a partir do valor contido no registrador X, ao pressionar  $\boxed{f} \boxed{\hat{y}, r}$ , uma cópia do conteúdo do registrador X será colocada no registrador LAST X e o conteúdo da pilha operacional terá sempre um deslocamento unitário para cima.



**Exemplo:** Tendo sido preservadas as estatísticas do exemplo anterior, se Voltz desejar prever a produção de carvão ( $\hat{y}$ ) para 1977, ela deverá introduzir uma estimativa da geração de energia elétrica (um valor de X “conhecido”) para 1977 e pressionar  $\boxed{f} \boxed{\hat{y}, r}$ . Como o coeficiente de correlação dos dados de Voltz é automaticamente obtido nos cálculos, ela pode observar com que precisão seus dados se ajustam a uma reta, bastando pressionar  $\boxed{x \rightleftharpoons y}$  após  $\hat{y}$  ser apresentada no visor.

**Pressione****7.1417****Visor****7.1417**Estimativa de Voltz da  
geração de energia em 1977.  $f(x)$ **2.0046**Produção de carvão prevista  
para 1977.  $x \approx y$ **0.9211**A distribuição dos dados se  
aproxima bastante de uma reta.

## Controle do Visor

Ao ligar a sua HP-11C, o modo de apresentação no visor será o mesmo em vigor antes da calculadora ser desligada; isto ocorre devido à Memória Contínua. Independentemente da opção de apresentação que estiver ativa, a HP-11C sempre representa cada número, internamente, através de uma mantissa de 10 dígitos e de um expoente de 10 com dois dígitos. Dessa maneira, quando a calculadora é preparada para apresentar apenas quatro dígitos à direita do ponto decimal, a constante fixa pi, (que é sempre representada internamente como  $3.141592654 \times 10^{00}$ ), aparecerá no visor como 3.1416.

$$3.141592654 \times 10^{00}$$

Você vê somente estes dígitos  
(com arredondamento na 4ª casa decimal)

... mas estes também estão  
presentes internamente.

## Controle do Modo de Apresentação no Visor

A sua HP-11C possui três funções, **FIX**, **SCI** e **ENG** que usam uma constante (de 0 a 9) para especificar o modo de apresentação no visor. A ilustração abaixo mostra como o número 123,456 poderia ser apresentado com quatro dígitos decimais, em cada um dos três modos.

f	<b>FIX</b>	4	:	<b>123.456.0000</b>
f	<b>SCI</b>	4	:	<b>1.2346 05</b>
f	<b>ENG</b>	4	:	<b>123.46 03</b>

### Apresentação em Ponto Decimal Fixo

**FIX** (*FIXed decimal = decimal fixo*) apresenta números no formato decimal de ponto fixo, sem expoentes. Quando um número for muito grande ou muito pequeno para a apresentação **FIX**, a HP-11C automaticamente mudará para o formato **SCI**. Após tal mudança automática,

**-1,234.567890**

Sinal do número

Número com 10 dígitos

quando um novo número for introduzido, (desde que possa ser apresentado em **FIX**), a apresentação automaticamente voltará à originalmente escolhida.

A apresentação em ponto decimal fixo é ativada ou alterada pressionando-se **f** **FIX** seguidas de uma tecla numérica indicando o número de dígitos (de 0 a 9) à direita do ponto decimal (com o qual a apresentação no visor será arredondada).

Pressione	Visor	
123.45678 <b>ENTER</b>	<b>123.4568</b>	O visor mostra o número arredondado na 4ª casa decimal. Internamente, entretanto, o número conserva o seu valor original com 10 dígitos.
<b>f</b> <b>FIX</b> 6	<b>123.456780</b>	O número é arredondado para cima se o primeiro dígito seguinte for maior ou igual a 5.
<b>f</b> <b>FIX</b> 0 <b>f</b> <b>FIX</b> 4	<b>123.</b> <b>123.4568</b>	Apresentação usual em <b>FIX</b> 4.

### Apresentação em Notação Científica

**SCI** (*SCientific = científica*) apresenta números em notação científica. Para ativar ou alterar o modo **SCI**, pressione **f** **SCI** seguidas de uma tecla numérica (0 a 6) indicando o número de dígitos à direita do ponto decimal (sendo que o último estará sujeito a arredondamento, somente para apresentação no visor). Pode-se especificar 7, 8 ou 9 dígitos, mas nesses casos serão apresentados somente 6, à direita do ponto decimal, no formato **SCI** \*.



\* **SCI** 8 ou 9 e **ENG** 8 ou 9 não são programáveis.

Pressione	Visor	
123.4567895 <b>ENTER</b>	<b>123.4568</b>	A apresentação em vigor arredonda na 4ª casa decimal.
<b>f</b> <b>SCI</b> 2	<b>1.23</b> <b>02</b>	$1.23 \times 10^2$ ; a apresentação arredondou para baixo.
<b>f</b> <b>SCI</b> 4	<b>1.2346</b> <b>02</b>	$1.2346 \times 10^2$ ; a apresentação foi arredondada para cima.
<b>f</b> <b>SCI</b> 6	<b>1.234568</b> <b>02</b>	$1.234568 \times 10^2$ ; a apresentação foi arredondada para cima.

Como se viu nos exemplos acima, o arredondamento no visor ocorreu no último dígito decimal que você *especificou* ao colocar a calculadora no modo **SCI**. A especificação de mais de 6 dígitos à direita do ponto decimal, não aumentará o número de dígitos apresentados no visor, além de 6. Contudo, especificando-se 7 ou mais dígitos à direita do ponto decimal, o arredondamento será deslocado para os dígitos extras (armazenados internamente) que se seguem ao máximo permitido para apresentação no visor. Usando o conteúdo do visor do problema anterior, a operação seguinte não aumenta o número de dígitos no visor, mas desloca o arredondamento para os dígitos representados internamente.\*

Pressione	Visor	
<b>f</b> <b>SCI</b> 7	<b>1.234567</b> <b>02</b>	O arredondamento ocorre na 7ª casa decimal; o visor não consegue apresentar a 7ª casa decimal no modo <b>SCI</b> , de forma que não ocorre o arredondamento no visor.
<b>f</b> <b>SCI</b> 8	<b>1.234567</b> <b>02</b>	A 8ª casa decimal fica arredondada. A apresentação no visor permanece a mesma.

\* Se internamente houver uma série de 9's, logo após o último dígito que aparecer no visor, o arredondamento poderá se propagar nos dígitos apresentados, usando-se **SCI** 7 ou 8. Por exemplo, 1.00000094 em **SCI** 7 não provocará o arredondamento nos dígitos apresentados no visor, enquanto que 1.00000095 (de ...95 a ...99), em **SCI** 7, provocará o arredondamento nos dígitos apresentados no visor.

**Pressione**

f SCI 9

**Visor**

1.234567 02

A 9ª casa decimal fica arredondada. A apresentação no visor permanece a mesma.

**Apresentação em Notação de Engenharia**

**ENG** (*ENGINEERING = Engenharia*) apresenta os números em notação de Engenharia, que é semelhante à notação **SCI**, com as seguintes execuções:

- Na notação de Engenharia, todos os expoentes de 10 são múltiplos de 3.
- O número de dígitos especificado para apresentação no visor refere-se ao número de dígitos que você deseja após o dígito mais significativo.



Na notação de Engenharia, o primeiro dígito significativo sempre é apresentado no visor. A tecla numérica que você pressiona após **f ENG**, especifica o número de dígitos significativos adicionais para os quais o número é arredondado. Por exemplo:

**Pressione**

012345

f ENG 1

**Visor**

0.012345

12, -03

Notação de Engenharia. O número no visor é arredondado no primeiro dígito após o dígito mais significativo. O expoente de 10 é um múltiplo de 3.

f ENG 3

12.35 -03

O número no visor é arredondado no terceiro dígito após o dígito mais significativo.

Pressione	Visor	
<b>f</b> <b>ENG</b> 6	<b>12.34500-03</b>	
<b>f</b> <b>ENG</b> 0	<b>10. -03</b>	O número no visor é arredondado no dígito mais significativo.

Observe que no modo de apresentação **ENG** o ponto decimal se desloca para manter o expoente como um múltiplo de 3, como no caso deste exemplo:

Pressione	Visor	
<b>f</b> <b>ENG</b> 2	<b>12.3 -03</b>	O visor apresenta o número do exemplo anterior, no formato <b>ENG</b> 2.
10 <b>x</b>	<b>123. -03</b>	O ponto decimal se desloca para que o expoente seja um múltiplo de 3.

## Introduzindo Expoentes

**EEX** (*Enter Exponent = introduzir expoente*) é usado toda vez que um expoente é parte do número a ser introduzido. Para usar **EEX**, introduza a mantissa em primeiro lugar, pressione **EEX** e introduza o expoente em seguida. Por exemplo, para introduzir o número de Avogadro ( $6.0222 \times 10^{26} \text{ kmol}^{-1}$ ):

Pressione	Visor	
<b>f</b> <b>FIX</b> 4		Retorna à apresentação no modo <b>FIX</b> 4.
6.0222	<b>6.0222</b>	
<b>EEX</b>	<b>6.0222 00</b>	O 00 indica que você deve introduzir o expoente.
26	<b>6.0222 26</b>	( $6.0222 \times 10^{26}$ ).

Para introduzir um número que tenha um expoente de 10 negativo, introduza o número em primeiro lugar, pressione **[EEX]**, e então pressione **[CHS]** (*CHange Sign = trocar o sinal*), para fazer com que o expoente fique negativo, e introduza o expoente a seguir. Por exemplo introduza a constante de Planck ( $6.6262 \times 10^{-34}$  Joule-Segundos) e multiplique-a por 50:

Pressione	Visor
6.6262 <b>[EEX]</b>	6.6262 00
<b>[CHS]</b>	6.6262 -00
3	6.6262 -03
4	6.6262 -34
<b>[ENTER]</b>	6.6262 -34
50 <b>[x]</b>	3.3131 -32 Joule-segundos.

**Observação:** Quando você pressionar **[EEX]**, os dígitos da mantissa que estiverem ocupando no visor o campo de expoente, desaparecem, mas serão retidos internamente.

**[EEX]** não opera com números com mais de sete dígitos na parte inteira ou com números decimais com mais de cinco zeros à esquerda do primeiro significativo. Para introduzir tal número, use uma forma que tenha um expoente maior ou menor, conforme o caso. Por exemplo,  $123456789.8 \times 10^{23}$  pode ser introduzido como  $1234567.898 \times 10^{25}$ ;  $0.00000025 \times 10^{-15}$  pode ser introduzido como  $2.5 \times 10^{-22}$ .

**Mantissa.** Todos os números mantidos na pilha operacional e nos registradores de armazenamento de dados da calculadora são representados internamente por uma mantissa de 10 dígitos e um expoente de 2 dígitos. Se você desejar apresentar todos os 10 dígitos do número no visor, pressione **[f]** CLEAR **[PREFIX]** e mantenha a tecla **[PREFIX]** pressionada. A mantissa do conteúdo do registrador X será apresentada no visor e lá permanecerá até que a tecla **[PREFIX]** seja solta.

Pressione	Visor
<b>[f]</b> <b>[π]</b>	3.1416
<b>[f]</b> CLEAR <b>[PREFIX]</b>	3141592654

(mantenha esta última tecla pressionada)

## Arredondamento no Décimo Dígito

Como você já viu anteriormente, a HP-11C mantém internamente todos os números com 10 dígitos, independentemente da forma de apresentação no visor (**FIX**, **SCI** ou **ENG**) que estiver ativa. O resultado final de toda operação (ou série de operações) é arredondado no décimo dígito. Por exemplo,  $\pi$  e  $2/3$  são dízimas (3.1415926535... e 0.6666666666...). Como a HP-11C consegue representar apenas 10 dígitos, pode ocorrer um pequeno erro de arredondamento no décimo dígito. O erro pode aumentar em cálculos mais longos, mas, em geral, não afetará os dígitos significativos de uma dada aplicação. O estudo acurado dos efeitos de erros de arredondamento, para um determinado cálculo, exige o uso de métodos de análise numérica, que fogem ao escopo deste manual.



**Parte II**  
**Programando a HP-11C**

# Conceitos Básicos de Programação

## Resumo dos Conceitos Básicos

### O que é um Programa?

Um programa é uma seqüência de teclas que é memorizada pela calculadora. Você pode executar um programa quantas vezes desejar, pressionando somente uma ou duas teclas. A pilha operacional responde às instruções de um programa em execução exatamente da mesma maneira que a um conjunto idêntico de instruções executadas pelo teclado. A resposta apresentada ao final da execução do programa é a mesma que seria obtida se você executasse as funções, uma a uma, através do teclado. Não é necessário experiência prévia para se aprender a programar a HP-11C.

### Por que Escrever Programas?

Os programas fazem com que você economize tempo em cálculos repetitivos. Uma vez tendo escrito e gravado na calculadora a seqüência de teclas necessária para a solução de um determinado problema, você não precisa mais se preocupar com as teclas que compuseram o programa. Você pode deixar a calculadora resolver cada problema para você. E poderá ter maior confiança nos resultados porque, uma vez verificada a correção do programa gravado, você pode ter certeza que a calculadora executará seus comandos rigorosamente, sem os deslizes que você poderia incorrer se tivesse que pressionar as teclas manualmente, uma a uma.

As informações seguintes cobrem a operação dos recursos de programação da sua HP-11C. Na seção denominada "Estrutura", na parte III, página 213 deste manual, você encontrará uma série de diretrizes que poderão ajudá-lo no planejamento e desenvolvimento de seus programas.

### Controle do Programa

#### Realocação Automática de Memória

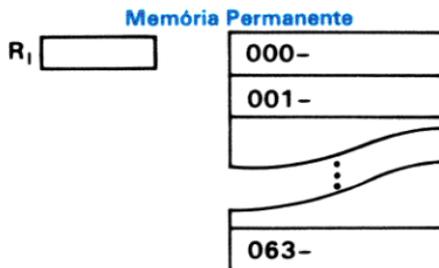
A HP-11C tem a capacidade de redistribuir automaticamente a sua memória, dividindo-a adequadamente entre memória de programação e registradores de armazenamento. Devido a esse controle interno, a realo-

cação de memória não afeta o visor nem a sua operação do teclado. Por esse motivo, é importante que você saiba:

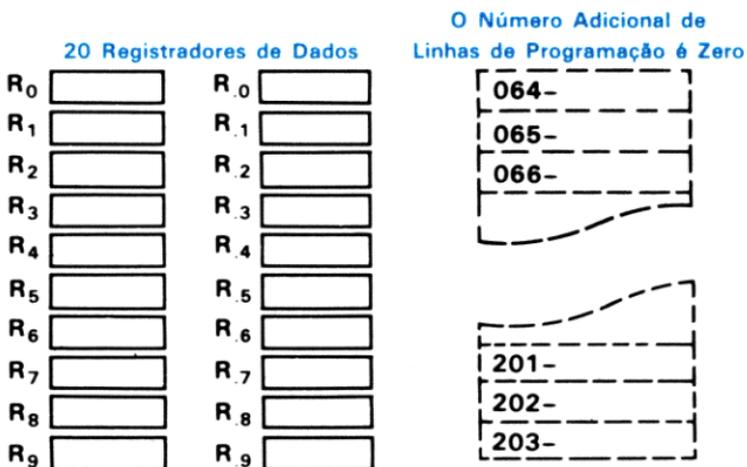
1. O que causa a realocação, e
2. O que ocorre na memória quando a realocação é realizada.

Quando a memória de programação é apagada (ou quando a Memória Contínua é completamente apagada) a configuração de Memória da calculadora é de 21 registradores de armazenamento de dados e de 63 linhas de memória de programação.

### CONFIGURAÇÃO DE MEMÓRIA DA HP-11C



#### Memória Compartilhável (Conversível) - Configuração Inicial



As instruções introduzidas na memória de programação são armazenadas sequencialmente no espaço disponível. Se todas as 63 linhas do espaço inicial de programação estiverem ocupadas, e você introduzir uma 64ª instrução de programa, o registrador de armazenamento  $R_9$  será automaticamente realocado (convertido) em 7 linhas adicionais de memória de programação, para comportar a nova (e as próximas 6) instrução(ões). A configuração de memória da HP-11C passará então a ter 70 linhas de memória de programação e 20 registradores de armazenamento de dados. Ao se introduzir uma 71ª instrução de programa, o registrador  $R_8$  será automaticamente convertido em 7 linhas adicionais de memória de programação. Este procedimento poderá ser repetido até que todos os 20 registradores de armazenamento conversíveis ( $R_9$  a  $R_0$ ,  $R_9$  a  $R_0$ ) tenham sido realocados como memória de programação.

A final da conversão de todos os registradores de armazenamento de dados em memória de programação, a configuração de memória será de 203 linhas de programação e de 1 registrador de armazenamento de dados (o registrador de indexação  $R_1$ ). A tabela abaixo mostra a correspondência entre as linhas da memória de programação e os registradores de armazenamento que lhes dão origem.

$R_9$ 064—070	$R_9$ 134—140
$R_8$ 071—077	$R_8$ 141—147
$R_7$ 078—084	$R_7$ 148—154
$R_6$ 085—091	$R_6$ 155—161
$R_5$ 092—098	$R_5$ 162—168
$R_4$ 099—105	$R_4$ 169—175
$R_3$ 106—112	$R_3$ 176—182
$R_2$ 113—119	$R_2$ 183—189
$R_1$ 120—126	$R_1$ 190—196
$R_0$ 127—133	$R_0$ 197—203

#### Alocação de Registradores de Armazenamento/ Memória de Programação

A supressão unitária de linhas de qualquer ponto da memória de programação faz com que a calculadora converta automaticamente a memória de programação em registradores de armazenamento de dados, na ordem inversa à descrita acima.

**Ordem de Conversão de Registradores de Armazenamento de  
Dados em Memória de Programação**

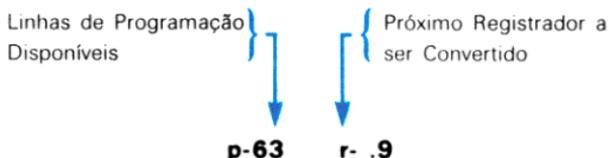


**Ordem de Conversão da Memória de Programação em Registradores  
de Armazenamento de Dados**

Você encontrará, sob o título “Como Funciona a Realocação Automática de Memória” (no apêndice C), maiores detalhes sobre a Realocação Automática de Memória.

**MEM**

Para obter no visor, a qualquer instante, a alocação atual de memória, quer a calculadora esteja ou não no modo **PRGM**, pressione **9 MEM**, mantendo esta última tecla pressionada. Enquanto **MEM** estiver pressionada, a calculadora apresentará no visor (1): o número de linhas de programação disponíveis antes da conversão do próximo registrador de armazenamento e (2): o nome do próximo registrador de armazenamento a ser convertido. (Se você desejar uma abordagem mais gráfica da operação de **MEM**, leia o apêndice C, “Como Funciona a Realocação Automática de Memória”).



Apresentação de **MEM** estando apagada a Memória de Programação

### Códigos de Teclas e Números de Linhas

Estando a calculadora no modo de programação, ao introduzir uma instrução de programa, os códigos das teclas que você pressionou e o número da linha da instrução completa serão apresentados no visor. O código de tecla de qualquer instrução de programa poderá ter um, dois ou três elementos, dependendo do número de teclas (1, 2 ou 3) exigido pela instrução. Cada elemento de um código de tecla é formado de dois dígitos que indicam a linha/coluna da posição matricial da tecla representada pelo ele-

mento (com exceção das teclas numéricas, as quais são representadas por um único dígito).

Número de Linha

017      42,      21,      11

Linha da Tecla	4	2	1
Coluna da Tecla	2	1	1

### Seqüências Abreviadas de Teclas

Nos modos de programação (**PRGM**) e execução (**RUN**), a tecla de prefixo **f** que você esperaria incluir na seqüência de teclas que constituem algumas instruções, não é necessária. (Uma tecla de prefixo **f** incluída desnecessariamente como parte de uma instrução em um programa, não aparecerá como parte dos códigos de teclas para aquela instrução). Por exemplo, ao se pressionar **STO** **RAN#**, será obtido o mesmo resultado que seria produzido pressionando-se **STO** **f** **RAN#**. Nas seções apropriadas, serão feitas referências a outras teclas que podem ser usadas em seqüências abreviadas.

### Funções de Controle do Programa

**Program/Run.** Pressionando-se **g** **P/R** se comuta a calculadora entre os modos de programação e de execução. Quando a calculadora está no modo de programação, o anúncio **PRGM** aparece no visor e as instruções de programa podem ser incluídas ou suprimidas. No modo de execução, pode-se executar tanto programas já armazenados na memória de programação como funções individuais do teclado.

**Como Apagar a Memória de Programação.** Ao se pressionar **f** **CLEAR** **PRGM**, no modo de *Programação*, apaga-se todos os programas da Memória Contínua e esta é automaticamente realocada, ficando disponíveis 21 registradores de armazenamento de dados e 63 linhas de memória de programação. Pressionando-se **f** **CLEAR** **PRGM** no modo de execução (**RUN**), a calculadora fica posicionada na linha 000, mas a memória de programação não é apagada.

**Desviar para a Linha 000.** Pressionando-se **GTO** **.** 000 num dos modos **RUN** ou **PRGM**, a calculadora fica posicionada na linha 000 (que é o topo da memória de programação).

**Rótulos.** Os rótulos da HP-11C são *endereços* de programas, de desvios de programas e de sub-rotinas de programas. Os rótulos alfabéticos ( **A** a **E** ) e os rótulos numéricos (0 a 9) são introduzidos na memória de programação pressionando-se **f** **LBL** (*LaBeL = rótulo*) seguidas da tecla alfabética ou numérica desejada. Estando a calculadora no modo de execução (**RUN**), pode-se executar um programa endereçado por um rótulo alfabético pressionando-se a tecla **f** de prefixo e a tecla correspondente ao rótulo. Os rótulos de 0 a 9 também podem ser usados para endereçar programas, mas são normalmente reservados para as subdivisões do programa (desvios e sub-rotinas). Os rótulos numéricos podem ser executados pressionando-se **GSB** e a tecla numérica desejada.

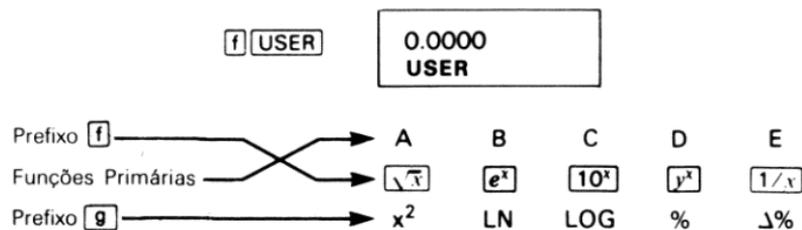
**Return.** A instrução **RTN** (*ReTuRN = retorno*), quando usada para finalizar um programa, faz com que a execução do mesmo seja transferida à linha 000 e pare.

**Run/Stop.** Quando um programa em execução encontra uma instrução **R/S** (*Run/Stop = executar/parar*) na memória de programação, a execução é interrompida. Pressionando-se **R/S** novamente, a execução recomeçará a partir da linha da memória de programação onde a calculadora estiver posicionada no momento.

**Pause.** Quando um programa em execução encontra uma instrução **f** **PSE** (*PauSE = pausa*) na memória de programação, a execução é suspensa (por cerca de 1 segundo) para permitir a observação do conteúdo atual do visor. Decorrido aquele tempo, a execução recomeça.

## Modo do Usuário

O Modo do Usuário é um recurso conveniente que você pode usar para reduzir o número de teclas pressionadas durante a operação de um programa. Pressionando-se **f** **USER** se intercambia a alternativa matemática original (primária) e a alternativa alfabética obtida pelo uso da tecla de prefixo **f** ; tal operação só é válida para as cinco teclas da fileira superior do teclado descritas abaixo. O anúncio **USER** fica aceso, denotando a vigência desse modo.



No modo de execução (**RUN**) tal intercâmbio permite que você execute qualquer programa rotulado de **A** a **E**, simplesmente pressionando a tecla alfabética, sem a pressão anterior da tecla **f**.

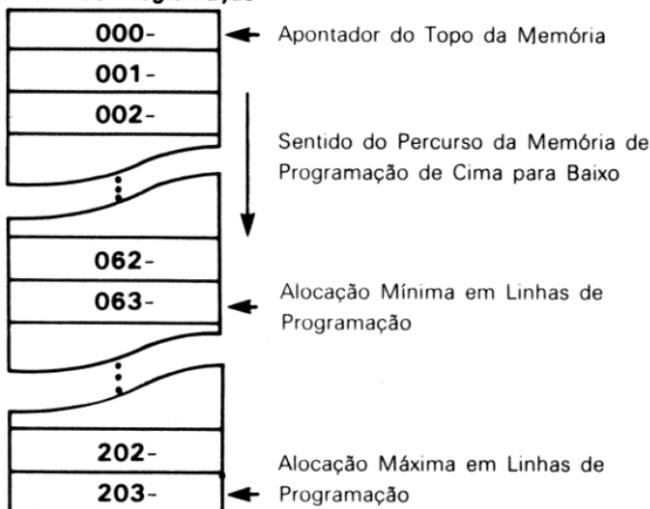
**Observação:** Para evitar a execução de uma função errada, inadvertidamente, o modo **USER** deve ser ativado somente quando for especificamente desejado.

Para desativar o modo **USER**, pressione **f** **USER** novamente.

## Memória de Programação

Através do programa da perda de calor, que você criou no início deste manual, você deve se recordar que a seqüência de teclas usada para calcular uma solução manualmente é a mesma utilizada para calcular a solução automaticamente. Esta seqüência de teclas é armazenada na *memória de programação* da calculadora. Pressione **GTO** **000** para posicionar a calculadora no início da memória de programação. Ative o modo de programação, pressionando **g** **P/R**, se você ainda não o tiver feito. (Lembre-se de que o anúncio **PRGM** será apresentado no visor sempre que tal modo estiver ativo). O visor apresentará **000** - agora, que é o indicador do topo da memória de programação. A memória de programação funciona independentemente da pilha operacional, do registrador **LAST X**, do registrador  $R_1$  e dos registradores de armazenamento de dados disponíveis (que não tenham sido convertidos em linhas de memória de programação).

### Memória de Programação



Quando a calculadora está no modo de programação, o número que você vê no visor, mais à esquerda, indica o número da linha da memória de programação no qual a calculadora está posicionada. Pressione  $\boxed{f}$  CLEAR  $\boxed{PRGM}$ , e então o introduza  $\boxed{f}$   $\boxed{LBL}$   $\boxed{A}$  (a primeira seqüência de teclas do programa da perda de calor da página 12); o visor passará a apresentar o seguinte:

001-42,21,11

Número da Linha  $\longleftarrow$   $\longleftarrow$  Códigos das Teclas

Agora a calculadora está posicionada na linha 001 da memória de programação, como se pode ver pelo **001** localizado na extremidade esquerda do visor. Os números restantes contidos no visor são códigos de teclas da seqüência de teclas que foi carregada nessa linha da memória de programação. Pressione 3. O visor apresentará o seguinte:

002- 3

Número da Linha  $\longleftarrow$   $\longleftarrow$  Código da Tecla

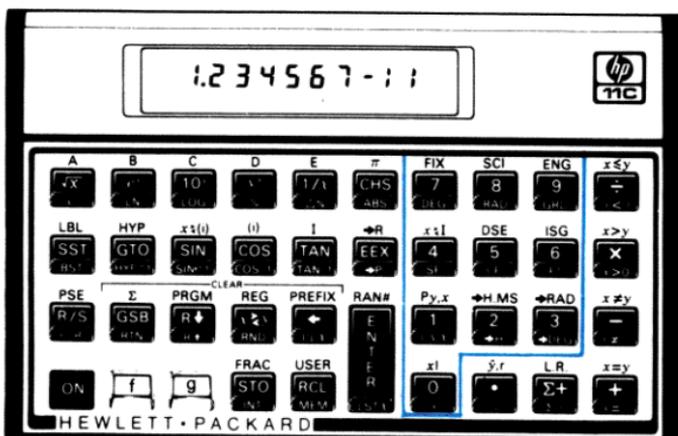
O número **002** à esquerda do visor indica que agora você está na 2ª linha do programa.

Cada linha da memória de programação pode “memorizar” uma única instrução, seja ela composta de uma, duas ou até três teclas. Dessa forma, uma linha da memória de programação pode conter desde uma instrução com uma única tecla, como  $\boxed{CHS}$ , até uma instrução composta por três teclas, como  $\boxed{STO}$   $\boxed{+}$  6 (esta instrução adiciona o valor contido no registrador X ao conteúdo do registrador  $R_6$ ). A calculadora utiliza códigos de teclas para representar as seqüências de teclas das intruções dos programas.

## Interpretando Códigos de Teclas

A maior parte dos códigos de teclas da HP-11C são posições do teclado determinadas numa simples matriz de linhas e colunas. As linhas de teclas são numeradas de 1 a 4. As colunas de teclas são numeradas de 1 a 10. (A décima coluna é representada, nos códigos de teclas da HP-11C, pelo número zero; por exemplo, “20”, representa a tecla situada na 2ª linha e na 10ª coluna (a tecla  $\boxed{\times}$ ). As únicas teclas cujos códigos não seguem essa re-

gra matricial, são as correspondentes aos dígitos 0 a 9, que são representadas pelo próprio dígito impresso na face da tecla.

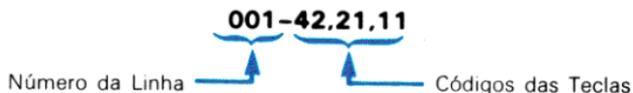


Códigos das Teclas com um Único Dígito

Uma linha de programa pode conter de 1 a 3 códigos de teclas:



Vejamos, de novo, as instruções de programa que acabamos de introduzir. Pressione . O visor apresentará agora a primeira linha do programa da perda de calor:



O código 001- designa o número da linha da memória de programação. O par de dígitos seguinte, 42, representa **f** (linha 4, coluna 2); 21 representa **LBL** (Linha 2, coluna 1); 11 representa **A** (linha 1, coluna 1). Dessa forma, todas as teclas programáveis (exceto as funções atribuídas as teclas dos dígitos) são representadas por um código de dois dígitos. Vejamos um exemplo. Pressione **SST** uma só vez. O visor da sua HP-11C apresentará agora o código da tecla da segunda instrução do programa da perda de calor:



Sabemos que 002- é o número da linha do programa; 3 denota, neste caso, o número 3. A ilustração ao lado mostra todos os possíveis códigos de teclas envolvendo a tecla do dígito “3”.

Teclas		Códigos das Teclas
<b>f</b> → <b>RAD</b>	→	42 3
3	→	3 3
<b>g</b> → <b>DEG</b>	→	43 3

Os demais códigos de teclas do programa da perda de calor são apresentados abaixo, com sua correspondente forma de apresentação no visor. Pressione cada tecla para verificar os códigos das teclas apresentadas no visor.

**Pressione****Visor**

0	<b>003-</b>	0 A tecla do dígito “0”.
<b>x</b>	<b>004-</b>	20 2ª linha, 10ª coluna.
<b>.</b>	<b>005-</b>	48 4ª linha, 8ª coluna.
4	<b>006-</b>	4 A tecla do dígito “4”.
7	<b>007-</b>	7 A tecla do dígito “7”.
<b>x</b>	<b>008-</b>	20 2ª linha, 10ª coluna.
<b>g</b> <b>RTN</b>	<b>009-</b>	<b>43 32</b> Denota o final do programa.
<b>g</b> <b>P/R</b>		Ativa o modo RUN da calculadora.

## Operações de Programação

O tópico anterior abordou os códigos de teclas como parte de instruções isoladas de um programa. Vamos agora examinar mais detalhadamente todo o processo de programação. O parágrafo seguinte descreve um novo programa que iremos criar para ilustrar os passos envolvidos na programação. Se você desejasse calcular manualmente a área de um círculo pela fórmula  $A = \pi r^2$ , você deveria introduzir inicialmente o raio  $r$  e elevá-lo ao quadrado, pressionando  $\boxed{g} \boxed{x^2}$ . Em seguida você colocaria  $\pi$  no visor, pressionando  $\boxed{f} \boxed{\pi}$ . Finalmente você multiplicaria o raio ao quadrado por  $\pi$ , pressionando  $\boxed{\times}$ . A seqüência de teclas seria a seguinte, em resumo:

$\boxed{g} \boxed{x^2}$   
 $\boxed{f} \boxed{\pi}$   
 $\boxed{\times}$

### Iniciando e Finalizando um Programa

Para definir o início de um programa, use uma instrução  $\boxed{f} \boxed{LBL}$  (*LaBeL* = rótulo), seguida por uma das teclas alfabéticas ou numéricas, para *especificar* o endereço. O uso de rótulos permite que você possa identificar a qualquer momento programas diferentes (e mesmo partes deles) que estejam carregados na calculadora, bem como executá-los na ordem que você julgar mais adequada.

Para definir o fim de um programa, você pode usar uma instrução  $\boxed{g} \boxed{RTN}$  (*ReTurN* = retorno). Quando uma instrução  $\boxed{RTN}$  é executada por um programa, ela faz com que a calculadora desvie a execução para a linha 000 e pare.

#### Memória de Programação



$\boxed{LBL}$  inicia o programa.

$\boxed{RTN}$  finaliza o programa.

**Observação:** Quando um programa em execução encontra o fim da memória física (*ocupada*), o efeito é idêntico ao de encontrar  $\boxed{9} \boxed{RTN}$ . Isto quer dizer que se a sua última instrução na memória de programação é  $\boxed{9} \boxed{RTN}$ , ela pode ser eliminada, e com isso você economizará uma linha de memória de programação.

## O Programa Completo

O programa completo para calcular a área de qualquer círculo à partir de seu raio é o seguinte.

- $\boxed{f} \boxed{LBL} \boxed{A}$  Atribui um nome ao programa e define seu início.
- $\boxed{9} \boxed{x^2}$  Eleva ao quadrado o raio que você introduziu (o conteúdo da pilha operacional não se desloca).
- $\boxed{f} \boxed{\pi}$  Coloca  $\pi$  no visor (o conteúdo da pilha operacional se desloca para cima).
- $\boxed{\times}$  Multiplica o raio ao quadrado por  $\pi$  (o conteúdo da pilha operacional se desloca para baixo) e o resultado é apresentado no visor.
- $\boxed{9} \boxed{RTN}$  Define o fim do programa; a calculadora retorna à linha 000 e pára.

## Carregando um Programa

Um programa pode ser carregado antes ou depois de um outro já existente na memória. Se um novo programa for carregado antes de um já existente (isto é feito indo-se à linha 000 e introduzindo-se as novas instruções), o programa anterior será realocado na memória de programação. A realocação é feita linha à linha, à medida da introdução das instruções do novo programa.

Para preparar a carga do programa da Área do Círculo, faça o seguinte:

1. Pressione  $\boxed{9} \boxed{P/R}$  para comutar ao modo de programação. O anúncio **PRGM** deverá aparecer no visor.
2. Pressione  $\boxed{f} \boxed{CLEAR} \boxed{PRGM}$  para apagar a memória de programação, eliminando programas indesejados que tenham sido carregados anteriormente. (Se você desejar preservar um programa já contido na calculadora, pressione  $\boxed{GTO} \boxed{\cdot} \boxed{000}$  ao invés de  $\boxed{f} \boxed{CLEAR} \boxed{PRGM}$ .  $\boxed{GTO} \boxed{\cdot} \boxed{000}$  posiciona a calculadora na linha 000, sem afetar o conteúdo da memória de programação.

Você saberá que a calculadora está no topo da memória de programação quando o visor apresentar os dígitos 000 na sua extremidade esquerda.

As teclas que você deve pressionar para carregar o programa da área do círculo são as seguintes:

f	LBL	A
g	x <sup>2</sup>	
f	π	
x		
g	RTN	

Pressione **f**, a primeira tecla do programa.

Pressione	Visor
<b>f</b>	<b>000-</b>

Você pode observar que a apresentação da memória de programação ainda não mudou. Ela não mudará até que você introduza a seqüência de teclas necessária para complementar a instrução. Pressione agora as demais teclas da primeira instrução.

Pressione	Visor
<b>LBL</b>	<b>000-</b>
<b>A</b>	<b>001-42,21,11</b>

Agora **f** **LBL** **A** está carregada na memória de programação.

A apresentação no visor de um novo número de linha da memória de programação (e os códigos de teclas correspondentes) indicará que foi processada a carga completa da operação contida nessa linha. Lembre-se de que a carga da instrução na memória de programação só é feita após a introdução de todos os códigos de teclas (um, dois ou três) que a compõe.

Carregue agora o restante do programa, pressionando as teclas abaixo:

Pressione	Visor
<b>g</b> <b>x<sup>2</sup></b>	<b>002- 43 11</b>
<b>f</b> <b>π</b>	<b>003- 42 16</b>
<b>x</b>	<b>004- 20</b>
<b>g</b> <b>RTN</b>	<b>005- 43 32</b>

Agora o programa para cálculo da área de um círculo, dado o seu raio, está carregado na memória de programação da sua HP-11C.

## Executando um Programa

Os programas somente podem ser executados no modo RUN. Para preparar a execução do programa da Área de um Círculo, que você carregou no exemplo anterior, ative o modo RUN da HP-11C, pressionando

**g** **P/R**

Para executar um programa você precisa apenas introduzir os dados necessários e pressionar **f** seguida da tecla alfabética ( **A** a **E** ) que identificar o seu programa.

Para executar o programa da área do círculo, introduza o dado (o raio) e pressione **f** **A**.

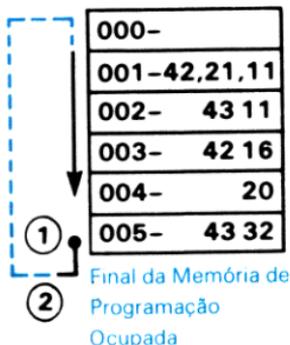
**Exemplo de Execução.** Calcule as áreas dos círculos de raios 7.5 centímetros, 9 polegadas e 15.3 metros.

Pressione	Visor	
7.5 <b>f</b> <b>A</b>	<b>176.7146</b>	Centímetros quadrados.
9 <b>f</b> <b>A</b>	<b>254.4690</b>	Polegadas quadradas.
15.3 <b>f</b> <b>A</b>	<b>735.4154</b>	Metros quadrados.

**Como a Calculadora Procura um Rótulo.** Quando você ativou o modo RUN da HP-11C, ela estava posicionada na linha 005 da memória de programação (a última linha na qual você carregou uma instrução de programa). Ao pressionar **f** **A**, a calculadora começa a pesquisar seqüencialmente a memória de programação, de cima para baixo, a partir da linha 005, em busca da instrução **LBL** **A**.

Ao realizar a busca, a calculadora não executa instruções. Como a linha 005 não continha a instrução **LBL** **A** e as demais linhas da memória de programação estavam desocupadas, a sua HP-11C voltou à linha 000 e reiniciou a busca.

Quando encontrou a instrução **f** **LBL** **A** na linha 001, a calculadora começou então a *executar* o seu programa.



**Executando Instruções de um Programa.** A calculadora executa instruções na ordem que você as introduzir, realizando a operação  $9 \times 1^2$  da linha 002 em primeiro lugar, seguida por  $7 \times \pi$  da linha 003, etc., até executar uma instrução  $9 \text{ RTN}$ ,  $R/S$  (*Run/Stop = executar/parar*) ou encontrar o final da memória ocupada pelo programa. Como há uma instrução  $9 \text{ RTN}$  na linha 005, a execução retorna à linha 000 e pára. O resultado do cálculo (o conteúdo do registrador X) é então apresentado no visor. A palavra “running” (em execução) ficará piscando no visor, durante a execução de programas mais demorados.

**Funções Não-Programáveis.** Quando a calculadora está no modo de programação (quando o anúncio **PRGM** é apresentado no visor) praticamente todas as funções do teclado podem ser gravadas como instruções na memória de programação. As instruções abaixo são exceções, e foram projetadas para uso como funções não-programáveis:

$f$ CLEAR	PRGM	$9$ P/R	SST
$f$ CLEAR	PREFIX	$9$ MEM	$\leftarrow$
GTO	$\cdot$ nnn	$\cdot$ / ON	$9$ BST
$f$ USER			

## Operação no Modo do Usuário

Vamos colocar a calculadora no modo do usuário (User) e executar programa da Área de um Círculo do exemplo anterior. A seguir execute as funções do teclado afetadas pelo modo User.

$f$ USER	<b>User</b>	Ativa o modo <b>USER</b> ; o anúncio <b>USER</b> é apresentado.
7.5 A	<b>176.7146</b>	No modo <b>USER</b> , A e E tornam-se as funções primárias de suas teclas.
9 A	<b>254.4690</b>	
15.3 A	<b>735.4154</b>	
4 $f$ $\sqrt{x}$	<b>2.0000</b>	
1 $f$ $e^x$	<b>2.7183</b>	No modo <b>USER</b> , as funções matemáticas da linha superior do teclado tornam-se as funções alternativas
1 $f$ $10^x$	<b>10.0000</b>	(prefixadas com $f$ ), de suas respectivas teclas.
2 ENTER	<b>2.0000</b>	
8 $f$ $x^y$	<b>256.0000</b>	
$\cdot$ 5 $f$ $1/x$	<b>2.0000</b>	
$f$ USER	<b>2.0000</b>	Desativa o modo <b>USER</b> .

## Interrupções e Pausas nos Programas

Ao programar haverá certas ocasiões em que você desejará que o programa pare durante a execução, para que você possa introduzir dados. Ou então você desejará que o programa faça uma pausa momentânea para dar uma olhada rápida nos resultados, antes que a execução recomece automaticamente: Para a interrupção de programas, são utilizadas duas teclas: **R/S** (*Run/Stop = executar/parar*) e **PSE** (*PauSE = pausa*).

### Interrupções Planejadas Durante a Execução de um Programa

A função **R/S** (*Run/Stop = executar/parar*) pode ser utilizada como uma instrução do programa ou como uma operação executada pelo teclado.

Quando efetuada pelo teclado:

1. Se o programa estiver em execução, **R/S** o interromperá.
2. Se a calculadora estiver no modo RUN e o programa estiver parado ou não estiver sendo executado, **R/S** iniciará a execução. A execução começará a partir da linha seguinte à instrução **R/S**. (Quando **R/S** é pressionada e assim mantida, no modo RUN, ela apresenta o número da linha e seus códigos de teclas; ao ser solta, a execução recomeça nessa linha).

Você pode utilizar tais características da instrução **R/S** para interromper a execução do programa nos pontos onde você desejar introduzir dados. Após a introdução dos dados, reinicie a execução pressionando **R/S** no teclado.

Quando uma função **R/S** é precedida e acompanhada por uma seqüência de introdução de dígitos, *certifique-se de usar a tecla **ENTER** antes da segunda seqüência de introdução de dígitos* (A tecla **ENTER** pode preceder ou seguir **R/S**).

Esta seqüência deveria ser usada se **R/S** e/ou a seqüência de introdução e/ou **ENTER** são introduzidos a partir de um programa ou a partir do teclado. Se você *não* usar **ENTER** nesta situação, você pode obter um resultado incorreto. Por exemplo:

001 -	<input type="text" value="RCL"/>	0
002 -	<input type="text" value="R/S"/>	
003 -	<input type="text" value="ENTER"/>	
004 -	1	
005 -	0	
006 -	<input type="text" value="x"/>	
	:	
	:	

Recupera a seqüência de dígitos. Isto *não* é considerado *introdução* de dígitos, portanto não é necessário ser acompanhado de .

O programa é interrompido para introdução de seqüência de dígitos.

Introduzir 12.3 (primeira seqüência de introdução de dígitos).

Pressione  para dar continuidade ao programa.

Certifique-se de usar  entre as duas seqüências de introdução de dígitos.

Segunda seqüência de introdução de dígitos.

O cálculo continua...

**Exemplo:** A Fábrica de Latas Universal precisa calcular o volume de diversas latas de forma cilíndrica. A Universal também precisa registrar a área da base de cada lata antes de calcular o seu volume.



O programa abaixo calcula a área da base de cada lata e pára. Depois que você tiver anotado o resultado, o programa pode ser reiniciado para calcular o volume final. A fórmula utilizada é a seguinte:

$$\text{Volume} = \text{área da base} \times \text{altura} = \pi r^2 \times h$$

O raio ( $r$ ) e a altura ( $h$ ) da lata devem ser introduzidos nos registradores X e Y, respectivamente, antes do programa ser executado. Para gravar este programa, ative o modo **PRGM** da HP-11C e introduza as seguintes instruções:

**Pressione**

f CLEAR PRGM

f LBL A

g x<sup>2</sup>

f π

x

R/S

x

g RTN

**Visor****000-**

Apaga a memória de programação e apresenta a linha 000.

**001-42,21,11****002- 43 11** Eleva o raio ao quadrado.**003- 42 16** Coloca  $\pi$  em X.**004- 20** Calcula a área da base**005- 31** Interrompe a execução para que você possa anotar a área.**006- 20** Calcula o volume final.**007- 43 32**

Coloque a HP-11C no modo RUN e utilize o programa para completar a tabela abaixo.

Altura	Raio	Área da Base	Volume
25	10.0	?	?
8	4.5	?	?

**Pressione**

25 ENTER

10 f A

R/S

8 ENTER

4.5 f A

R/S

**Visor****25.0000**

Introduza a altura no registrador Y.

**314.1593**

Introduza o raio no registrador X e calcule a área. O programa pára, apresentando o valor da área no visor.

**7,853.9816**

O volume da primeira lata é calculado.

**8.0000**

Introduza a altura no registrador Y.

**63.6173**

Introduza o raio no registrador X e calcule a área. O programa pára, apresentando o valor da área.

**508.9380**

O segundo volume é calculado.

Se a altura estiver no registrador Y e o raio no registrador X, ao pressionar **f** **A** no modo RUN você calculará a área da base da lata; o programa pára ao encontrar a primeira instrução **R/S**. Se você pressionar **R/S** o volume da lata será calculado. A execução do programa volta à linha 000 e pára.

Desejando maiores detalhes sobre técnicas de introdução de dados em programas, veja “Introdução de Dados” à página 220 e “Teclas Definidas pelo Usuário” à página 225, na parte III deste manual.

## Pausa Durante a Execução de um Programa

A instrução **f** **PSE** em um programa causa sua interrupção para apresentar resultados momentaneamente, antes de reiniciar sua execução. A duração da pausa é de aproximadamente 1 segundo, mas você pode utilizar várias instruções **f** **PSE** consecutivas para alongá-la.

Para vermos como **f** **PSE** pode ser utilizada num programa, vamos modificar o programa de cálculo do volume do cilindro do exemplo anterior. No novo programa, a área da base será apresentada brevemente, antes do cálculo do volume. Este exemplo mostrará como podem ser usadas alternativas diferentes na solução de um mesmo problema.

Para introduzir o programa, ative o modo **PRGM** da HP-11C. Pressione **f** **CLEAR** **PRGM** para apagar a memória de programação e apresentar a linha 000. Introduza então as instruções abaixo:

Pressione	Visor	
<b>f</b> <b>CLEAR</b> <b>PRGM</b>	000-	
<b>f</b> <b>LBL</b> <b>A</b>	001-42,21,11	
<b>g</b> <b>x<sup>2</sup></b>	002- 43 11	Eleva ao quadrado o raio contido em X.
<b>f</b> <b>π</b>	003- 42 16	Coloca $\pi$ em X.
<b>x</b>	004- 20	Calcula a área da base.
<b>f</b> <b>PSE</b>	005- 42 31	Faz uma pausa para apresentar por um segundo a área da base.
<b>x</b>	006- 20	Calcula o volume final da lata.
<b>g</b> <b>RTN</b>	007- 43 32	

Este programa também assume que a altura e o raio foram respectivamente introduzidos nos registradores Y e X. Se você já armazenou as instruções, ative o modo RUN da HP-11C. Complete agora a tabela abaixo, utilizando o novo programa.

Altura	Raio	Área da Base	Volume
20	15	?	?
10	5	?	?

**Pressione**20 15  10 5  **Visor****20.0000****706.8583****14.137.1669****10.0000****78.5398****785.3982**

Introduza a altura no registrador Y.

Introduza o raio no registrador X, realizando o cálculo. A área da base é apresentada por 1 segundo.

O programa pára, apresentando o volume.

Introduza a segunda altura em Y.

Introduza o raio no registrador X, realizando o cálculo. A área da base é apresentada por 1 segundo.

O programa pára, apresentando o volume.

**Interrupções Inesperadas em Programas**

Se você cometer um engano qualquer no seu programa, este poderá interromper sua execução. Para ajudá-lo a determinar porque a calculadora parou no meio de um programa, apresentamos uma relação das possíveis causas:

**Execução de**  . Toda a vez que   é executada num programa (e não numa sub-rotina!), a calculadora retorna imediatamente à linha 000 e pára.

**Deteção do Final da Memória de Programação.** Quando a última instrução da Memória de Programação não é **GTO**, **GSB**, **RTN** ou **R/S** e não está numa sub-rotina, a execução do programa, ao encontrar o fim da memória de programação, é transferida imediatamente à linha 000 e pára.

**Pressionando Qualquer Tecla.** Ao se pressionar uma tecla qualquer, durante a execução de um programa, causa-se a sua interrupção. A calculadora foi projetada de tal forma que um programa *não é* interrompido durante a introdução de uma seqüência de dígitos. Se você pressionar uma tecla qualquer, quando um programa em andamento estiver colocando um número no registrador X, o número todo será “escrito” e a linha seguinte será executada antes da parada do programa.

Quando um programa é interrompido, você pode reiniciar a execução pressionando **R/S** no modo RUN. Quando você pressiona **R/S**, o programa reinicia a execução onde a calculadora estava posicionada no momento da interrupção, como se nada houvesse ocorrido.

**Interrupções por Erro.** Se a calculadora tenta executar qualquer instrução que cause erro (veja maiores detalhes no apêndice A, “Condições de Erro”) o programa é imediatamente interrompido e a calculadora apresenta no visor a palavra **Error** seguida de um número. Para ver o número da linha e os códigos das teclas da instrução que causou o erro, basta você colocar a HP-11C no modo **PRGM**, pressionar uma tecla qualquer para apagar a mensagem de erro, seguida de **g** **P/R**

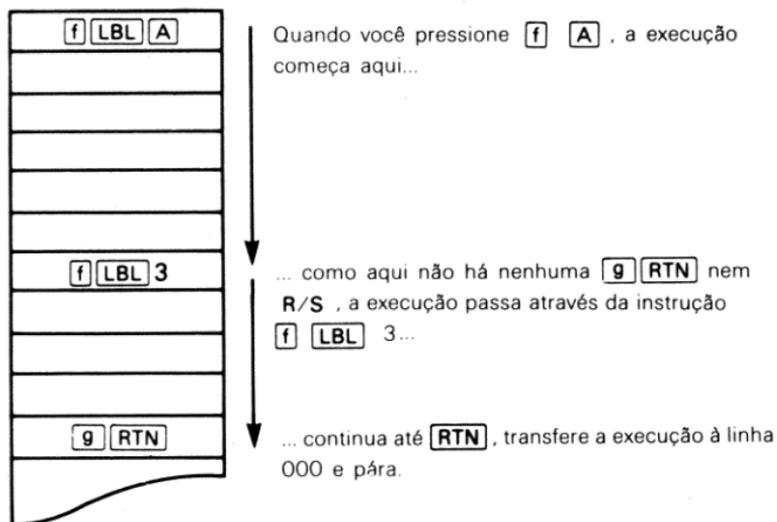
Se a tentativa de uma operação aritmética com um registrador de armazenamento resultar numa ultrapassagem de sua capacidade (“overflow”), a calculadora ficará parada, apresentando no visor a mensagem **Error 1**. O número que estava no registrador de armazenamento afetado permanecerá inalterado. Quando você suprime a mensagem de erro, o número anteriormente apresentado retorna ao visor.

A execução de um programa não será afetada se o resultado de um cálculo for um número de magnitude inferior a  $1.000000000 \times 10^{-99}$  (tal resultado será substituído por zero; este fato é conhecido como “underflow”).

## Rótulos

Como você viu anteriormente, os rótulos de seus programas agem como endereços; eles indicam à calculadora onde começar ou reiniciar a execução. Observe que quando um rótulo é encontrado no meio de um progra-

ma, a execução prossegue através dele normalmente. Por exemplo, no trecho de programa dado abaixo, se você pressionar **f** **A**, a execução começará em **f** **LBL** **A** e prosseguirá ao longo da memória de programação, de cima para baixo, passando pela instrução **f** **LBL** 3, até encontrar a instrução **g** **RTN**, fazendo com que a execução retorne à linha 000 e pare.



## Problemas

1. Escreva e carregue um programa para converter temperaturas de graus Celsius para Fahrenheit, de acordo com a fórmula  $F = 1.8^{\circ}\text{C} + 32$ . Defina o programa com as instruções **f** **LBL** **A** e **g** **RTN**. Execute o programa para converter  $-40^{\circ}\text{C}$ ,  $0^{\circ}\text{C}$  e  $72^{\circ}\text{C}$ .

Respostas:  $-40.0000^{\circ}\text{F}$ ,  $32.0000^{\circ}\text{F}$ ,  $161.6000^{\circ}\text{F}$ .

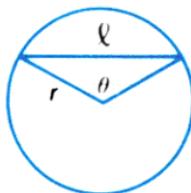
2. Crie um programa para calcular o comprimento  $\ell$  de uma corda determinada por um ângulo  $\theta$ , em um círculo de raio  $r$ , usando a seguinte equação:

$$\ell = 2r \operatorname{sen} \left( \frac{\theta}{2} \right)$$

Projete o seu programa de maneira que os dados  $r$  e  $\theta$  entrem nessa ordem.

Defina este novo programa com  $\boxed{f}$   $\boxed{LBL}$   $\boxed{B}$  e utilize-o para preencher a seguinte tabela:

$r$ (metros)	$\theta$	$l$
25	30	?
50	45	?
100	90	?



Respostas: 12.9410 metros, 38.2683 metros e 141,4214 metros.

3. Quais são os códigos das teclas correspondentes às seguintes instruções de programa?  $\boxed{9}$   $\boxed{\%}$ ,  $\boxed{f}$   $\boxed{\rightarrow}$   $\boxed{RAD}$ ,  $\boxed{STO}$   $\boxed{+}$   $1$ ,  $\boxed{SIN}$ ,  $\boxed{f}$   $\boxed{LBL}$   $\boxed{D}$ ,  $\boxed{STO}$   $\boxed{RAN\#}$ .

Respostas: 43 14; 42 3; 44, 40, 1; 23; 42, 21, 14; 44 36\*

4. Quantas linhas de memória de programação são necessárias para carregar os seguintes trechos de programas?

a.  $2 \boxed{ENTER} 3 \boxed{+}$ .

b.  $10 \boxed{STO} 6 \boxed{RCL} 5 \boxed{\times}$ .

c.  $100 \boxed{STO} 1 50 \boxed{STO} \boxed{\times} 1 \boxed{RCL} 2 \boxed{f} \boxed{\pi} \boxed{-}$ .

Respostas: a) 4  
b) 5  
c) 10

## Edição de Programas

### Resumo

Até mesmo programadores experientes cometem erros em seus programas. Tais erros vão de enganos nas fórmulas originais até a enganos ao gravar o programa. Sempre que ocorrerem, os erros devem ser detectados e corrigidos. A sua HP-11C foi projetada para fazer com que o processo de verificação de erros seja o mais simples possível.

Um programa que usa registradores de armazenamento ou definições de estado (tais como indicadores ou modos trigonométricos) poderão dar origem a erros se tais informações estiverem incorretas quando você executar o programa. Contudo você pode eliminar a possibilidade de ocorrência desse tipo de erro, usando um procedimento de *inicialização*, que consiste em apagar ou zerar os registradores ou indicadores de estado utilizados, antes da execução do programa. Um método de se inicializar o programa consiste em se executar, através do teclado, as instruções necessárias, para zerar os registradores e indicadores de estado, antes da execução do programa.

Outra possibilidade é fazer com que o programa faça uma auto-inicialização; para tanto basta incluir as instruções necessárias no início do programa.

### Detectando Erros em Programas

Uma das maneiras mais fáceis de se verificar se um programa está funcionando adequadamente é executá-lo com um caso teste, cuja resposta seja previamente conhecida ou que possa ser rapidamente determinada. Uma outra possibilidade consiste em se verificar a validade das respostas nos casos extremos de aplicabilidade e precisão do programa. Para certos tipos de cálculo, você pode, até mesmo, testar as respostas do programa para dados inválidos. Para localizar problemas em potencial, num programa que se auto-inicialize, tente executá-lo várias vezes, armazenando dados sem significado em todos os registradores de dados, em diferentes modos trigonométricos, com os indicadores de estado previamente ativados, e, depois, desativados.

Os recursos de edição da sua HP-11C foram projetados para que você tenha um acesso rápido e fácil a qualquer ponto do programa, para sua edição, depuração ou documentação. Se a execução do programa for interrompida por um erro ou por ultrapassagem da capacidade da máquina ("overflow"), você poderá simplesmente apagar a mensagem de erro, e então comutar para o modo de programação para ver o número da linha e os códigos das teclas que causaram o erro ou overflow. Se você suspeitar que um determinado trecho do seu programa está falho, você pode examiná-lo, executando-o linha à linha, e então usar os demais recursos de edição para realizar as modificações necessárias.

## Funções de Edição

O conjunto das funções da sua HP-11C compreende as seguintes quatro funções não-programáveis, de edição e manipulação, que o ajudarão a modificar e corrigir seus programas:

[SST] [BST] [GTO] [·] nnn [↔]

[SST] (*Single-Step = linha à linha*)

No Modo de Programação (PRGM):

Quando você pressiona e solta a tecla [SST], a calculadora passa a apresentar a próxima linha da memória de programação, ocupada pelo programa (a calculadora fica posicionada nela). Se você pressionar [SST] e a mantiver pressionada, no modo de programação, a calculadora irá percorrendo as instruções da memória de programação, consecutivamente, até você soltá-la. Ao usar [SST], no modo de programação, você não estará executando instrução alguma.

000-

[SST]

001-42,21,11

No modo de execução (RUN):

Quando você pressiona [SST], a calculadora apresenta a próxima linha da memória de programação (e a calculadora permanece posicionada nessa linha). Ao soltar a tecla [SST], a calculadora executará a instrução carregada nessa linha.

[BST] (*Back Step = linha anterior*). Ao se pressionar [9] [BST] consegue-se o mesmo efeito de [SST], somente que em sentido contrário. (Não é executada instrução alguma).

002- 43 13

[9] [BST]

001-42,21,11

**GTO**  $\square$  *nnn* (GoTO line *nnn* = desvio incondicional à linha *nnn*). Pressionando **GTO**  $\square$  *nnn*, tanto no modo PRGM como no modo RUN, você fará com que a calculadora desvie para a linha *nnn* da memória de programação (que você tiver especificado).

(Somente no modo Run, ao pressionar **GTO** seguida de um rótulo alfabético ou numérico, você fará com que a calculadora desvie para o rótulo especificado, da maneira análoga a (**GTO**  $\square$  *nnn*)).

**↵** (Tecla de Correção). Pressionando **↵** no modo PRGM você suprimirá a instrução apresentada da memória de programação. As eventuais instruções seguintes à suprimida serão relocadas automaticamente, movendo-se uma linha para cima, ficando reenumeradas. Pressionando **↵** no modo Run você não afetará a memória de programação, mas somente o conteúdo do registrador X, apresentado no visor. (Maiores detalhes são dados à página 17, sob o título "Apagando o Visor").

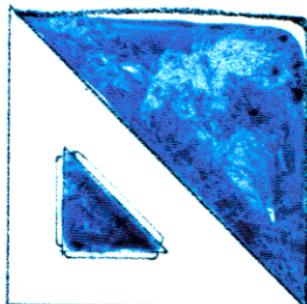
#### Exemplo de Memória de Programação

	Antes de Pressionar <b>↵</b>		Depois de Pressionar <b>↵</b> :	
	<b>001-42,21,11</b>	$\longrightarrow$	<b>001-42,21,11</b>	(No visor)
No visor)	<b>002- 43 13</b>	$\longrightarrow$	<b>002- 23</b>	
	<b>003- 23</b>	$\longrightarrow$	<b>003- 45 0</b>	
	<b>004- 45 0</b>	$\longrightarrow$	<b>004- 45 1</b>	
	<b>005- 45 1</b>	$\longrightarrow$		

## Exemplo de Edição

Para vermos um exemplo de edição, carregue o seguinte programa (do teorema de Pitágoras), para calcular o comprimento da hipotenusa (*c*) de um triângulo retângulo, à partir do comprimento dos lados *a* e *b*. A fórmula usada é  $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ . Assuma a hipótese de que a calculadora começa com os valores de *a* e *b* já armazenados nos registradores Y e X, respectivamente.

Antes de mais nada, ative o modo PRGM da sua HP-11C.



Pressione	Visor	
<b>f</b> CLEAR <b>PRGM</b>	<b>000-</b>	Apaga a memória de programação
<b>f</b> LBL <b>E</b>	<b>001-42,21,15</b>	Identifica o programa.
<b>g</b> $x^2$	<b>002- 43 11</b>	Eleva o 2º lado ao quadrado ( $b^2$ ).
$x \rightrightarrows y$	<b>003- 34</b>	Move $b^2$ do registrador X ao Y, e o $a$ do registrador Y ao X.
<b>g</b> $x^2$	<b>004- 43 11</b>	Eleva o 1º lado ao quadrado ( $a^2$ )
<b>+</b>	<b>005- 40</b>	( $a^2 + b^2$ ).
$\sqrt{x}$	<b>006- 11</b>	$\sqrt{(a^2 + b^2)}$
<b>g</b> <b>RTN</b>	<b>007- 43 32</b>	Encerra o programa.

Coloque a HP-11C no modo Run.

Para testar o programa, calcule a hipotenusa de um triângulo retângulo de lados  $a = 22$  metros e  $b = 9$  metros.

Pressione	Visor	
<b>22</b> <b>ENTER</b>	<b>22.0000</b>	Introduza $a$ .
<b>9</b>	<b>9</b>	Introduza $b$ .
<b>f</b> <b>E</b>	<b>23.7697</b>	Comprimento da hipotenusa, em metros.

## Execução de um Programa Linha à Linha

Em programas mais longos, a resposta errada a um caso teste dificilmente apontará um engano. Nestes casos, você pode reduzir a velocidade de execução do programa, usando **SST** no modo Run.

A execução linha à linha começa a partir da instrução onde a calculadora está posicionada. Como a instrução **RTN** do final do programa posicionou a calculadora na linha 000, depois de você tê-lo executado, precisamos apenas introduzir nossos valores iniciais para iniciar a execução linha à linha. Cada vez que você pressionar **SST**, mantenha-a pressionada momentaneamente para ver o número e os códigos das teclas da próxima ins-

trução a ser executada; em seguida solte a tecla **SST** para executar a instrução.

Pressione	Visor	
22 <b>ENTER</b>	22.0000	Carregue <i>a</i> no registrador Y.
9	9	Carregue <i>b</i> no registrador X.
<b>SST</b>	001-42,21,15	Enquanto <b>SST</b> estiver pressionada, os códigos das teclas <b>f</b> <b>LBL</b> <b>E</b> serão apresentados no visor.
	9.0000	Quando <b>SST</b> é solta, o rótulo da linha 001 é executado.
<b>SST</b>	002- 43 11 81.0000	Código da tecla $\boxed{x^2}$ . Quando <b>SST</b> é solta, $\boxed{x^2}$ é executada.
<b>SST</b>	003- 34 22.0000	Código da tecla $\boxed{x \geq 1}$ . $\boxed{x \geq 1}$ é executada.
<b>SST</b>	004- 43 11 484.0000	$\boxed{g} \boxed{x^2}$ é executada.
<b>SST</b>	005- 40 565.0000	$\boxed{+}$ é executada.
<b>SST</b>	006- 11 23.7697	$\boxed{\sqrt{x}}$ é executada.
<b>SST</b>	007- 43 32 23.7697	$\boxed{g} \boxed{RTN}$ é executada.
		Fim do programa; a calculadora retorna à linha 000 e pára.

**Observação:** **SST** não avançará sobre linhas da memória de programação que não estejam ocupadas. Se você tentar ultrapassar, com **SST** a última linha da memória de programação, e esta não for **GTO** ou **GSB** a calculadora providenciará o desvio à linha 000. Se a última linha for **GTO** ou **GSB** a calculadora executará tal instrução, desviando para a posição da memória de programação que tenha sido designada.

## Usando **SST** e **BST** no Modo de Programação

**Percorrendo a Memória de Programação Linha à Linha.** No modo **PRGM**, ao pressionar e *soltar* **SST**, a calculadora apresentará a próxima linha ocupada pelo programa (e ficará nela posicionada). Não é executada instrução alguma. (**g** **BST** opera de maneira semelhante, exceto por apresentar a linha anterior).

**Pressione**

**g** **P/R**

**SST**

**SST**

**SST**

**SST**

**SST**

**SST**

**SST**

**g** **P/R**

**Visor**

**000-**

**001-42,21,15**

**002- 43 11**

**003- 34**

**004- 43 11**

**005- 40**

**006- 11**

**007- 43 32**

Coloque a HP-11C no modo PRGM

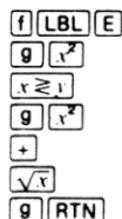
Coloque a HP-11C no modo Run

**Percorrendo Continuamente a Memória de Programação.** No modo de programação, pressionando e *mantendo* **SST** (ou **BST**) pressionada você fará com que a calculadora percorra continuamente a memória de programação para a frente (ou para trás). (A calculadora apresenta a linha atual por cerca de 2 segundos, e a seguir cada linha subsequente por aproximadamente meio segundo).

## Modificando um Programa

Para ilustrar o uso dos recursos de edição da HP-11C, vamos modificar o programa do Teorema de Pitágoras visto na página 104, de maneira que o conteúdo do registrador X seja automaticamente apresentado em certos pontos do programa. Faremos isso inserindo a instrução **f** **PSE** (*PauSE* = *pausa*) nos pontos da memória de programação assinalados.

Pressione



Visor

001-42,21,15  
 002- 43 11  
 003- 34  
 004- 43 11  
 005- 40  
 006- 11  
 007- 43 32

Iremos inserir uma instrução **f PSE** após cada uma dessas três instruções.

**Inserindo Instruções.** Podemos inserir uma nova instrução em qualquer ponto do programa, situado entre a linha 000 e o final da memória ocupada pelo programa. Para inserir uma nova instrução:

1. Coloque a calculadora no modo **PRGM**.
2. Posicione a calculadora na linha do programa imediatamente *precedente* à posição onde você deseja inserir a nova instrução.
3. Introduza a nova instrução. Ela será carregada na linha seguinte àquela em que você posicionou a calculadora. Todas as instruções subseqüentes serão deslocadas uma linha para baixo na memória de programação.

Como a inserção de uma instrução faz com que todas as instruções subseqüentes sejam deslocadas para baixo, e conseqüentemente renumeradas, a inserção de várias instruções será simplificada se você começar pela instrução mais afastada da linha 000 e continuar no sentido do início do programa.

**Exemplo:** Para inserir uma instrução **PSE** após a instrução **+ :**

Pressione

Visor

Posicione a calculadora na linha 000.

000-

Linha 000.

001-42,21,15

Vá até a 5ª linha.

## Pressione

SST

SST

SST

SST

f PSE

## Visor

002- 43 11

003- 34

004- 43 11

005- 40 Linha 005.

006- 42 31 A instrução PSE foi inserida na linha 006.

Quando a calculadora estava na linha 005 e você pressionou f PSE, a memória de programação foi alterada ...

... de ...

... para.

001- f LBL E
002- g x <sup>2</sup>
003- x ≥ 1
004- g x <sup>2</sup>
005- +
006- √x
007- g RTN



001- f LBL E
002- g x <sup>2</sup>
003- x ≥ 1
004- g x <sup>2</sup>
005- +
006- f PSE
007- √x
008- g RTN



A instrução f PSE foi inserida aqui; todas as demais instruções foram deslocadas para baixo em uma linha.

**Posicionamento Direto na Memória de Programação.** Se você quiser posicionar a calculadora numa linha situada remotamente na memória de programação, é fácil perceber que essa operação tomará um tempo demorado se você a fizer percorrer a memória sequencialmente, seja linha à linha ou continuamente. Para evitar esse inconveniente, basta simplesmente utilizar GTO nnn (que você já usou anteriormente, para ir à linha 000). Quando você pressiona GTO e os três dígitos do número da linha desejada (pertencente a uma posição ocupada pelo programa), a calculadora desvia imediatamente para tal posição. Você pode usar GTO nnn tanto no modo PRGM quanto ao modo RUN; nenhuma instrução será executada. Por exemplo, para inserir uma instrução PSE após a segunda ocorrência de g x<sup>2</sup> (na linha 004) faça o seguinte:

## Pressione

GTO 004

f PSE

## Visor

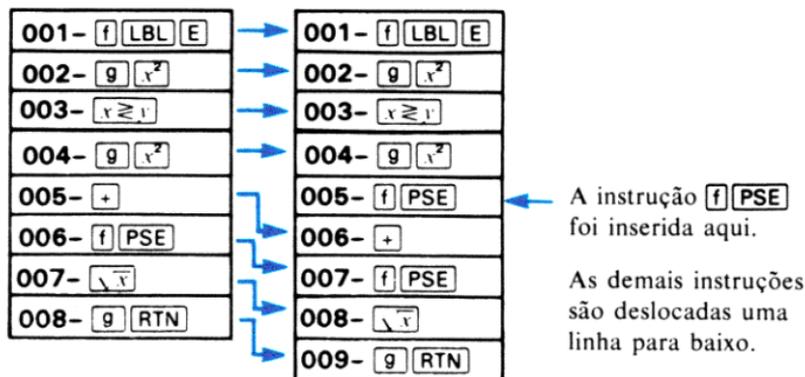
004- 43 11 Vá para a linha 004.

005- 42 31 Insira PSE após a linha 004.

Quando você inseriu a instrução **f PSE** após a linha 004, a memória de programação foi alterada...

... de ...

... para.



Agora usaremos **BST** para inserir a última instrução **f PSE** em nosso exemplo.

Pressione

Visor

**g** **BST**  
**g** **BST**  
**g** **BST**

005- 42 31 Posição atual na memória de programação.

004- 43 11

003- 34

002- 43 11 Insira a última instrução **PSE** após esta linha.

**f** **PSE**

003- 42 31 A instrução **PSE** foi inserida na linha 004 e as demais instruções foram deslocadas uma linha para baixo.

O programa-exemplo modificado se assemelha agora ao ilustrado abaixo. Se você desejar, poderá usar **SST** no modo de programação para verificar que o programa que está agora a sua calculadora coincide com a versão modificada.

Pressione

Visor

**f** **LBL** **E**  
**g**  $\sqrt{x^2}$

001-42,21,15

002- 43 11

Pressione	Visor
$\boxed{f} \boxed{PSE}$	003- 42 31
$\boxed{x} \boxed{\geq 1}$	004- 34
$\boxed{g} \boxed{x^2}$	005- 43 11
$\boxed{f} \boxed{PSE}$	006- 42 31
$\boxed{+}$	007- 40
$\boxed{f} \boxed{PSE}$	008- 42 31
$\boxed{\sqrt{x}}$	009- 11
$\boxed{g} \boxed{RTN}$	010- 43 32

Execute o programa novamente. Use os mesmos dados (lados  $a = 22$  e  $b = 9$ ) do exemplo anterior.

Pressione	Visor	
$\boxed{g} \boxed{P/R}$		Coloque a HP-11C no modo Run
22 $\boxed{ENTER}$	22.0000	O lado $a$ está no registrador Y.
9	9	O lado $b$ está no registrador X.
$\boxed{f} \boxed{E}$	81.0000	O resultado da instrução $\boxed{x^2}$ , ( $b^2$ ) é apresentado durante a pausa da linha 003.
	484.0000	O resultado da instrução $\boxed{x^2}$ , ( $a^2$ ) é apresentado durante a pausa da linha 006.
	565.0000	O resultado da instrução $\boxed{+}$ , ( $a^2 + b^2$ ), é apresentado durante a pausa da linha 008.
	23.7697	O resultado final, a hipotenusa $c (c = \sqrt{a^2 + b^2})$ .

**Inserindo Instruções em Programas Longos.** Se todas as 203 linhas de programas estiverem ocupadas, a calculadora não aceitará instruções adicionais. Se você tentar inserir uma nova instrução em qualquer ponto da memória de programação (estando as 203 linhas já ocupadas) o visor apresen-

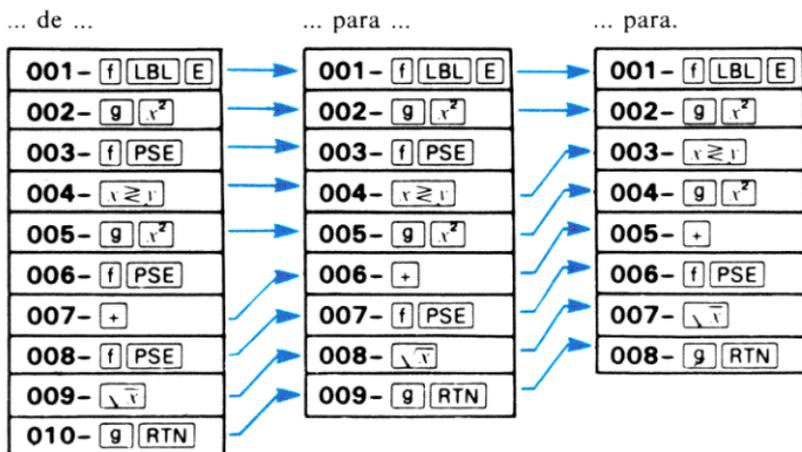
tará a mensagem **Error 4** e a memória de programação permanecerá inalterada. (Veja maiores detalhes no apêndice C, “Como Funciona a Realocação Automática de Memória”).

**Suprimindo Instruções.** Frequentemente durante a modificação ou correção de um programa, você desejará suprimir uma instrução da memória de programação. Coloque a calculadora no modo **PRGM**, e use **[GTO]**, **[SST]** ou **[BST]** para posicionar a calculadora na instrução a ser suprimida e então pressione a tecla de correção **[◀]** (*não-programável*). (Quando você eliminar uma instrução da memória de programação usando **[◀]**, todas as instruções subseqüentes serão deslocadas para *cima*, ficando reenumeradas; a calculadora passará a apresentar a linha que *precedia* a que foi eliminada).

**Exemplo:** Para modificar o programa do Teorema de Pitágoras, do exemplo anterior, para que fique com uma única pausa, (para apresentar a soma dos quadrados) você deve suprimir as instruções **[f]** **[PSE]** das linhas 003 e 006.

<b>Pressione</b>	<b>Visor</b>	
<b>[g]</b> <b>[P/R]</b>	<b>000-</b>	Coloque a HP-11C no modo PRGM
<b>[GTO]</b> <b>[.]</b> <b>006</b>	<b>006-</b>	<b>42 31</b> Posicione a calculadora na linha 006.
<b>[◀]</b>	<b>005-</b>	<b>43 11</b> Elimine a instrução <b>[f]</b> <b>[PSE]</b> ; a calculadora apresentará a linha precedente (005). As instruções subseqüentes serão reenumeradas (serão deslocadas uma linha para cima).
<b>[GTO]</b> <b>[.]</b> <b>003</b>	<b>003-</b>	<b>42 31</b> Posicione a calculadora na linha 003.
<b>[◀]</b>	<b>002-</b>	<b>43 11</b> Elimine a instrução <b>[f]</b> <b>[PSE]</b> ; a calculadora apresentará a linha precedente (002). As instruções subseqüentes serão reenumeradas (serão deslocadas uma linha para cima).

Quando você eliminou as instruções **PSE** das linhas 006 e 003, a memória foi alterada...



Se você modificou o programa do Teorema de Pitágoras, como descrito acima, este fará agora somente uma pausa para apresentar a soma dos quadrados. A seguir a hipotenusa será calculada e a execução suspensa.

Execute o programa para um triângulo retângulo com lados  $a$  e  $b$  de 17 e 34 metros, respectivamente.

#### Pressione

**g** **P/R**

17 **ENTER** 34

**f** **E**

#### Visor

**34**

**1.445.0000**

**38.0132**

A HP-11C fica no modo RUN.

Pausa para apresentar a soma dos quadrados dos lados  $a$  e  $b$ .

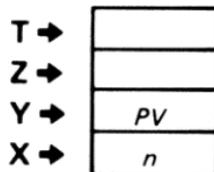
Comprimento da hipotenusa.

Ao eliminar instruções de um programa que tenha mais de 63 linhas, o processo de alocação automática dos registradores de armazenamento para linhas de programação funciona de maneira inversa. Por exemplo ao se suprimir uma instrução qualquer de um programa com 71 linhas, haverá

a conversão automática das linhas 71 a 77 de volta ao registrador  $R_8$ . (Veja maiores detalhes no apêndice C, “Como Funciona a Realocação Automática de Memória”).

## Problemas

1. O problema apresentado a seguir é usado pelo gerente de uma instituição financeira para calcular o valor futuro de contas de poupança de acordo com a fórmula  $VF = VP(1 + i)^n$ , onde  $VF$  é o valor futuro ou montante,  $VP$  é o valor presente,  $i$  é a taxa periódica de juros, expressa em decimal, e  $n$  o número de períodos. Presumindo que  $VP$  e  $n$  sejam introduzidos antes do programa ser executado, sendo a taxa anual de juros de 7.5%, o programa será o seguinte:



### Pressione

f LBL B  
 f FIX 2  
 1  
 .  
 0  
 7  
 5  
 $x \geq y$   
 $y^x$   
 x  
 g RTN

### Visor

001-42,21,11  
 002-42, 7, 2  
 003- 1  
 004- 48  
 005- 0  
 006- 7  
 007- 5  
 008- 34  
 009- 14  $(1 + i)^n$   
 010- 20  $VP(1 + i)^n$   
 011- 43 32

} Taxa de juros

- a) Carregue o programa na calculadora.
- b) Execute-o para calcular o valor futuro da quantia de Cr\$ 1.000,00 investida durante 5 anos;  
 (Resposta: Cr\$ 1.435,63).  
 Execute-o novamente para Cr\$ 2.300,00 investidos durante 4 anos.  
 (Resposta: Cr\$ 3.071,58)
- c) Altere o programa de forma que a taxa anual de juros seja de 8%.

- d) Execute-o com a nova taxa de juros e calcule o valor futuro de Cr\$ 500,00 investidos durante 4 anos; e de Cr\$ 2.000,00 investidos por 10 anos.

(Respostas: Cr\$ 680,24; Cr\$ 4.317,85).

2. O programa a seguir calcula o tempo que um objeto leva para chegar ao solo em queda livre, a partir de uma dada altura. (A resistência do ar não está sendo considerada). Quando a altura  $h$  em metros é introduzida no registrador X e **[B]** é pressionada, o tempo  $t$ , em segundos, que o objeto leva para chegar ao solo é calculado de acordo com a fórmula:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{9.8}}$$

- a) Apague todos os programas gravados na calculadora, defina a apresentação do visor em **[FIX]** 4 e carregue o programa abaixo:

Pressione	Visor
<b>[f]</b> CLEAR <b>[PRGM]</b>	000-
<b>[f]</b> LBL <b>[B]</b>	001-42,21,12
2	002-        2
<b>[x]</b>	003-        20
9	004-        9
<b>[.]</b>	005-        48
8	006-        8
<b>[+]</b>	007-        10
<b>[√x]</b>	008-        11
<b>[9]</b> RTN	009-        43 32

- b) Execute o programa para calcular o tempo gasto por uma pedra para cair do topo da Torre Eiffel, a 300.51 metros de altura; e de um balão no ar a 1000 metros de altura.

(Respostas: 7.8313 segundos; 14.2857 segundos).

- c) Altere o programa para calcular o tempo de queda quando a altura é dada em pés, de acordo com a fórmula:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{32.1740}}$$

- d) Execute o programa alterado para calcular o tempo que uma pedra leva para cair do topo de uma represa de 550 pés de altura; e do último andar do edifício World Trade Center, na cidade de New York, com 1350 pés de altura.

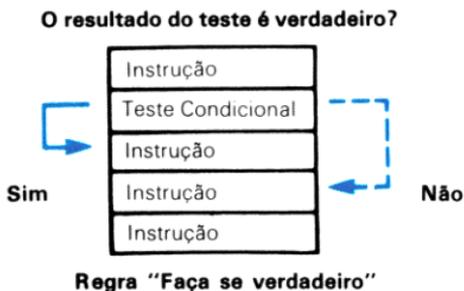
(Respostas: 5.8471 segundos; 9.1607 segundos).

## Decisões num Programa e seu Controle

### Resumo sobre Decisões e Controle

#### Testes Condicionais em Programas

A sua HP-11C possui 8 testes condicionais, que assumem os valores verdadeiro/falso, e, quando usados em programas, permitem que a calculadora tome decisões. Num programa em execução, quando o resultado de um teste condicional é verdadeiro, a execução prossegue com a primeira instrução seguinte a do teste. Quando o resultado de um teste condicional é falso, a execução *salta* a primeira instrução seguinte a do teste (prosseguindo com a segunda instrução após o mesmo).



Os testes condicionais da sua HP-11C comparam o valor do registrador X com o do registrador Y, ou com zero, de uma das seguintes maneiras:

- $x \leq y$  testa para ver se o valor do registrador X é menor ou igual ao valor do registrador Y.
- $x > y$  testa para ver se o valor do registrador X é maior do que o valor do registrador Y.
- $x \neq y$  testa para ver se o valor do registrador X é diferente do valor do registrador Y.
- $x = y$  testa para ver se o valor do registrador X é igual ao valor do registrador Y.

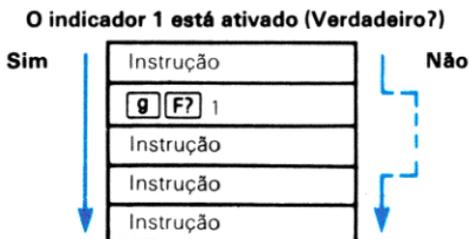
- [g] [x < 0]** testa para ver se o valor do registrador X é menor do que zero.
- [g] [x > 0]** testa para ver se o valor do registrador X é maior do que zero.
- [g] [x ≠ 0]** testa para ver se o valor do registrador X é diferente de zero.
- [g] [x = 0]** testa para ver se o valor do registrador X é igual a zero.

## Indicadores

Um outro tipo de teste de tomada de decisão para uso em programas é o teste de indicadores. Um indicador nada mais é do que um dispositivo de memória que pode ser tanto *ativado* (verdadeiro) como *desativado* (falso). Um programa em execução pode então testar o indicador e tomar uma decisão em função do indicador estar ou não ativado. Os indicadores afetam a execução de um programa da mesma maneira que os testes condicionais.

A sua HP-11C possui 2 indicadores, de números 0 e 1. Para ativar um indicador, pressione **[g] [SF]** (*Set Flag = ativar indicador*) seguidas da tecla numérica adequada (0 ou 1), correspondente ao indicador desejado. Para desativar um indicador, pressione **[g] [CF]** (*Clear Flag = desativar indicador*) seguidas pela tecla numérica adequada. Para testar um indicador, use **[g] [F?]** (*está o indicador ativado?*) seguidas por uma tecla numérica especificando o indicador a ser testado.

Um indicador que tenha sido ativado através de um comando **[g] [SF] n** permanece nesse estado até ser desativado pelo comando **[g] [CF] n** ou até que a Memória Contínua seja apagada.

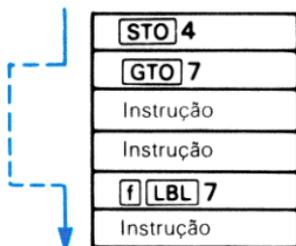


## Controle de um Programa

### Go To (Ir Para)

A instrução **[GTO]** que você usou anteriormente para posicionar a calculadora numa determinada linha do programa a ser apresentada ou

editada, também é usada para transferir a execução para qualquer instrução do programa que esteja rotulada. Quando usada como instrução de um programa, **GTO** deve ser seguida por um rótulo especificando um endereço alfabético ou numérico.

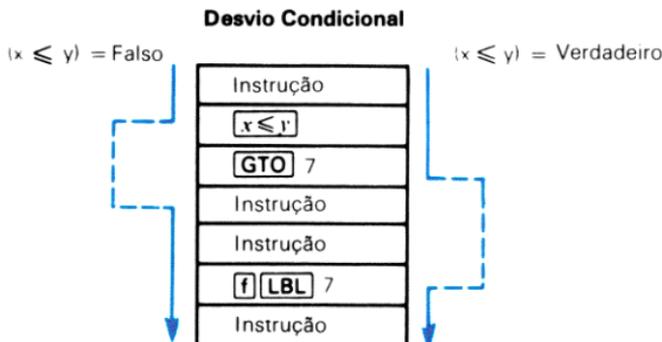


Quando um programa em execução encontra uma instrução **GTO** rótulo, a execução é suspensa enquanto a calculadora pesquisa a memória de cima para baixo em busca do rótulo especificado. Quando a primeira instrução que contém tal rótulo é encontrada, a execução recomeça.

## Desvios e Ciclos (“Looping”)

**Desvio Incondicional.** Um desvio incondicional é apenas uma instrução **GTO** que é sempre executada num programa para transferir a execução para qualquer ponto do mesmo, independentemente do valor dos dados ou de resultados de operações com eles realizadas. A operação de **GTO** apresentada na ilustração acima é um exemplo de desvio incondicional.

**Desvio Condicional.** Quando **GTO** rótulo é usada associada a um teste condicional, como ilustrado a seguir, a instrução **GTO** rótulo se torna um *desvio condicional*. Isto quer dizer que o resultado do teste condicional que antecede **STO** determina se a instrução **GTO** será ou não executada.

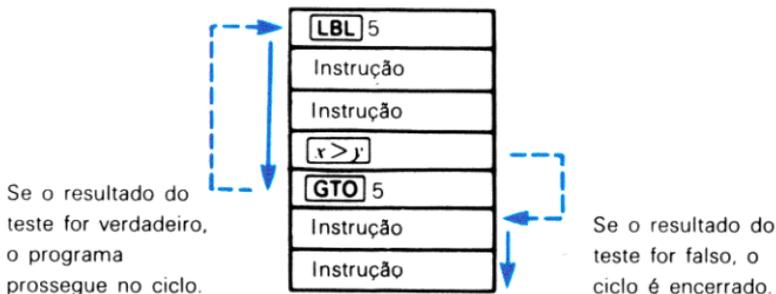


No modo Run, ao se pressionar **[GTO]** rótulo, a calculadora desvia para o rótulo especificado e pára. Este recurso é conveniente quando se deseja simplesmente revisar ou editar linhas da memória que estejam depois de um determinado rótulo, ao invés de executá-las como parte de um programa.

**Ciclos.** Os ciclos se constituem num caso particular dos desvios, nos quais a instrução **[GTO]** é usada para repetir a execução de uma série de instruções uma ou mais vezes. Os ciclos são usados mais freqüentemente como contadores e para o cálculo sequencial de uma série de resultados, usando o mesmo conjunto de instruções do programa. A continuação do ciclo para uma nova iteração (ou para se transferir a execução para fora mesmo) é controlada por um desvio condicional.

Na ilustração dada a seguir, a calculadora realiza sucessivas iterações do ciclo, enquanto o resultado do teste condicional que precede **[GTO]** for verdadeiro. Quando o resultado do teste condicional do ciclo se torna falso, a execução salta a instrução **[GTO]** e prossegue com o restante do programa. O uso de um desvio incondicional para controlar o ciclo, resultará num ciclo infinito, isto é, um ciclo que é re-executado indefinidamente.

#### Controle de um Ciclo de Programa com um Desvio Condicional



**Exemplo de Controle de um Ciclo com um Desvio Condicional.** O programa abaixo calcula e apresenta as raízes quadradas dos inteiros consecutivos de 1 a 10. Depois do cálculo e da apresentação da raiz quadrada, o teste condicional  $x > y$  determina se esse inteiro era menor ou igual a 10. Se o inteiro for menor do que 10, o desvio condicional (**[GTO]**0) será executado e o ciclo será repetido com o próximo inteiro. Se o teste detectar que o inteiro não é menor do que 10, o programa saltará o desvio condicional **[GTO]** 0 e o ciclo será encerrado. (A parcela do programa determinada pelo ciclo compreende as linhas 004 a 015).

<b>Pressione</b>	<b>Visor</b>	
<b>g</b> <b>P/R</b>	<b>000-</b>	Coloque a HP-11C no modo de programação.
<b>f</b> <b>CLEAR</b> <b>PRGM</b>	<b>000-</b>	
<b>f</b> <b>LBL</b> <b>C</b>	<b>001-42,21,13</b>	
<b>0</b>	<b>002-     0</b>	} Apague R <sub>1</sub> , eliminando o dado indesejado que sobrou dos cálculos anteriores.
<b>STO</b> <b>1</b>	<b>003- 44 1</b>	
<b>f</b> <b>LBL</b> <b>0</b>	<b>004-42,21, 0</b>	Início do ciclo.
<b>1</b>	<b>005-     1</b>	
<b>STO</b> <b>+</b> <b>1</b>	<b>006-44,40, 1</b>	Incremento do contador de inteiros.
<b>RCL</b> <b>1</b>	<b>007- 45 1</b>	
<b>f</b> <b>PSE</b>	<b>008- 42 31</b>	Apresenta o próximo inteiro.
$\sqrt{x}$	<b>009-     11</b>	Extraí a raiz quadrada do inteiro.
<b>f</b> <b>PSE</b>	<b>010- 42 31</b>	Apresenta a raiz quadrada.
<b>g</b> <b>LST<sub>X</sub></b>	<b>011- 43 36</b>	Recupera uma cópia do inteiro do registrador LAST X.
<b>1</b>	<b>012-     1</b>	} Compara o último inteiro com o maior inteiro permitido pelo programa.
<b>0</b>	<b>013-     0</b>	
<b>f</b> <b>v &gt; v</b>	<b>014- 42 20</b>	
<b>GTO</b> <b>0</b>	<b>015- 22 0</b>	Desvio condicional. Se o último inteiro é menor do que 10, desvia para <b>LBL</b> <b>0</b> e recomeça...
<b>g</b> <b>CL<sub>v</sub></b>	<b>016- 43 35</b>	} ... caso contrário, evita um outro ciclo, apaga o registrador X e pára o programa.
<b>g</b> <b>RTN</b>	<b>017- 43 32</b>	
<b>g</b> <b>P/R</b>		Coloque a HP-11C no modo Run

Para executar o programa, pressione  $\boxed{f} \boxed{C}$ . A calculadora apresentará uma tabela contendo os inteiros de 1 a 10 e suas raízes quadradas correspondentes. Quando o visor apresentar 0.0000, a execução terá terminado.

**Como Funciona.** Quando você pressiona  $\boxed{f} \boxed{C}$ , a calculadora realiza uma busca ao longo da memória ocupada pelo programa até encontrar a instrução  $\boxed{f} \boxed{LBL} \boxed{C}$ . Ela executa esse rótulo e cada instrução seguinte, em seqüência, até a linha 014, que contém o teste condicional  $\boxed{x > y}$ . Se o resultado do teste condicional  $\boxed{x > y}$  for verdadeiro, isto é, se o último inteiro utilizado for menor do que 10, a instrução  $\boxed{GTO} 0$  será executada, a calculadora retornará à instrução  $\boxed{LBL} 0$  da linha 004, e a execução reiniciará uma nova iteração do ciclo. No entanto, se o resultado do teste condicional  $\boxed{x > y}$  for falso, indicando que o último inteiro utilizado era igual a 10, a instrução  $\boxed{GTO} 0$  será saltada e o ciclo encerrado.

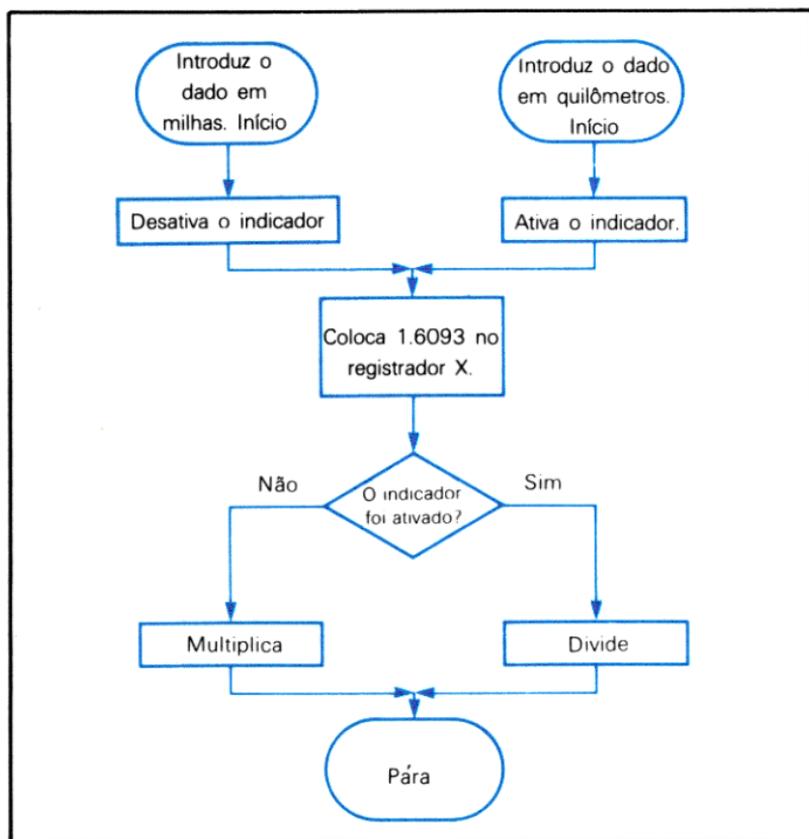
Os ciclos e as técnicas para seu controle são abordadas com maior detalhe na parte III deste manual, no ítem “Ciclos” à página 221.

**Problema.** Escreva um programa para calcular e apresentar comissões de vendas no visor. A comissão para as vendas abaixo Cr\$ 100.000,00 será de 10% do valor da transação. Para as vendas maiores ou iguais a Cr\$ 100.000,00, a comissão será de 15%. Resolva este problema usando um desvio condicional.

## Usando Indicadores

Da mesma maneira que os testes condicionais entre  $x$  e  $y$  e entre  $x$  e zero, os indicadores dão a você a possibilidade de saltar ou executar linhas individuais do programa. Entretanto, enquanto as operações condicionais envolvendo  $x$ ,  $y$  e 0 funcionam através da comparação de valores, os indicadores informam à calculadora se um determinado tipo de operação foi ou não realizado. Se num determinado trecho a instrução  $\boxed{g} \boxed{SF} n$  ativar o indicador  $n$ , ao testá-lo ( $\boxed{g} \boxed{F?} n$ ), num ponto qualquer do programa, a calculadora saberá se aquele trecho já foi ou não executado.

**Exemplo.** O programa dado a seguir realiza (dentro de uma certa precisão) a conversão de um valor em milhas para quilômetros ( $\boxed{f} \boxed{A}$ ), ou a conversão inversa ( $\boxed{f} \boxed{B}$ ). A calculadora usa o estado do indicador 0 para decidir se deve converter o dado do usuário em quilômetros (multiplicando o dado pelo fator de conversão) ou em milhas (dividindo o dado pelo fator de conversão).

**Pressione**

g P/R

f CLEAR PRGM

f LBL A

g CF 0

**Visor**

000-

000-

001-42,21,11

002-43, 5, 0

A HP-11C fica no modo de Programação.

Apague a memória de programação.

O programa começa com o dado em milhas.

O indicador 0 é desativado ("memorizando" que o dado está em milhas, para futuro controle do programa).

Pressione	Visor	
<b>[GTO]</b> 1	<b>003- 22 01</b>	Desvio incondicional para <b>[LBL]</b> 1.
<b>[f]</b> <b>[LBL]</b> <b>[B]</b>	<b>004-42,21,12</b>	O programa começa com o dado em quilômetros.
<b>[g]</b> <b>[SF]</b> 0	<b>005-43, 4, 0</b>	O indicador 0 é ativado (“memorizando” que o dado está em quilômetros, para futuro controle do programa)
<b>[f]</b> <b>[LBL]</b> 1	<b>006-42,21, 1</b>	<b>[LBL]</b> 1 inicia a parte de cálculo do programa.
1	<b>007- 1</b>	} Coloca o fator de conversão no registrador X.
<b>[.]</b>	<b>008- 48</b>	
6	<b>009- 6</b>	
0	<b>010- 0</b>	
9	<b>011- 9</b>	
3	<b>012- 3</b>	
<b>[g]</b> <b>[F?]</b> 0	<b>013-43, 6, 0</b>	O indicador é testado. Se verdadeiro (o dado está em quilômetros), desvia para <b>[LBL]</b> 2.
<b>[GTO]</b> 2	<b>014- 22 2</b>	
<b>[x]</b>	<b>015- 20</b>	Se o teste resultar falso (o dado está em milhas), calcula a conversão para quilômetros e pára.
<b>[g]</b> <b>[RTN]</b>	<b>016- 43 32</b>	
<b>[f]</b> <b>[LBL]</b> 2	<b>017-42,21, 2</b>	Calcula a conversão para milhas e pára.
<b>[+]</b>	<b>018- 10</b>	
<b>[g]</b> <b>[RTN]</b>	<b>019- 43 32</b>	
<b>[g]</b> <b>[P/R]</b>		Coloque a HP-11C no modo Run.

Execute o programa para converter 26 milhas em quilômetros e para converter 1.5 quilômetros em milhas.

<b>Pressione</b>	<b>Visor</b>	
<b>26</b>	<b>26</b>	Dado em milhas.
<b>f A</b>	<b>41.8418</b>	Executa a opção de conversão de milhas em quilômetros. O resultado da conversão é apresentado.
<b>1.5</b>	<b>1.5</b>	Dado em quilômetros.
<b>f B</b>	<b>0.9321</b>	Executa a opção de conversão de quilômetros em milhas. O resultado da conversão é apresentado.

**Como Funciona.** Quando você fornece um valor e identifica o tipo da conversão desejada, pressionando **f A** (milhas em quilômetros) ou **f B** (quilômetros em milhas), a calculadora ativa ou desativa o indicador 0. A seguir o programa principal é executado (à partir do rótulo 1). Depois de colocar o fator de conversão no registrador X, o programa testa o indicador 0. Se o indicador estiver ativado (verdadeiro), a execução será transferida ao rótulo 2, calculando a conversão para milhas e parando. Se o indicador estiver desativado (falso), a execução saltará o desvio condicional para **LBL** 2, calculando a conversão para quilômetros e parando. A função do indicador é indicar à calculadora qual dos dois rótulos foi executado e, conseqüentemente, qual a conversão desejada.

O uso de indicadores é abordado com mais detalhes na parte III deste manual, no item “Indicadores”, à página 222.

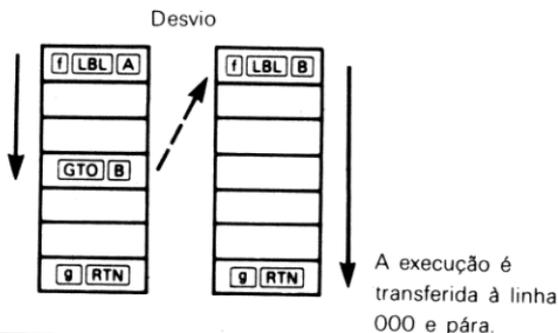
# Sub-rotinas

## Resumo

Freqüentemente um programa contém um certo conjunto de instruções que são executadas diversas vezes ao longo do mesmo. Quando o mesmo conjunto de instruções ocorre mais do que uma vez num programa, ele pode ser executado como uma sub-rotina, economizando memória.

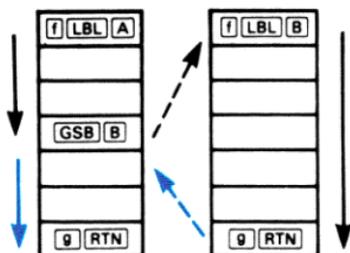
## Desvio para uma Sub-rotina

Uma sub-rotina pode ser executada usando-se **GSB** seguida do endereço do rótulo alfabético ou numérico desejado\*. Uma instrução **GSB** transfere a execução ao rótulo especificado exatamente como **GTO**, com a seguinte diferença: quando **GSB** é executada, a calculadora ativa uma condição de *retorno pendente*. Se existir uma condição de retorno pendente, a primeira instrução **RTN** (*ReTURN = retorno*) que aparecer posteriormente, fará com que a execução seja transferida de volta à primeira instrução situada logo após a última **GSB** processada. A execução prosseguirá então seqüencialmente para baixo, ao longo do programa. (Quando **RTN** é executada, a condição de pendência é desativada). Compare as ilustrações abaixo, de um desvio e de uma sub-rotina.



\* Uma instrução **GSB** seguida por um rótulo alfabético se constitui numa seqüência abreviada de teclas. Veja "Seqüências Abreviadas de Teclas" à página 82.

Sub-rotina



A execução é transferida à linha 000 e pára.

A execução é transferida de volta ao programa principal; a condição de retorno pendente é desativada.

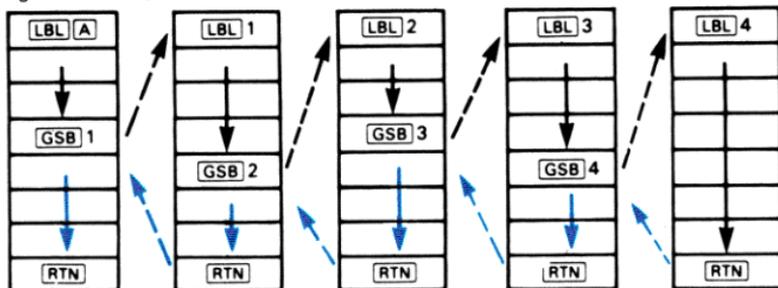
Como você viu, a única diferença entre o uso de **GSB** (*Go To Subroutine = desvio para sub-rotina*) e **GTO** (*Go TO = desvio incondicional*) é a transferência da execução após **RTN**.

Após **GTO** a próxima **RTN** faz com que o programa vá a linha 000 e pare; após **GSB**, a próxima **RTN** faz com que o programa volte ao programa principal, recomeçando sua execução.

## Limites de Sub-rotinas

Uma sub-rotina pode chamar outra sub-rotina e esta pode ainda chamar uma outra. Este “encadeamento de sub-rotinas” - a execução de uma sub-rotina dentro de uma outra sub-rotina - é limitado apenas pelo número de *retornos* (**RTN**) que podem ficar pendentes ao mesmo tempo na HP-11C. Eis como a HP-11C opera com sub-rotinas encadeadas:

Programa Principal



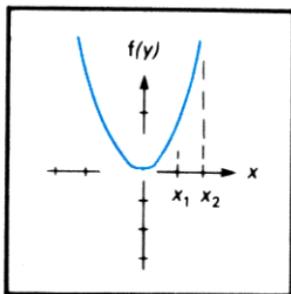
Fim

A calculadora pode retornar ao programa principal de sub-rotinas que estejam, no máximo, até o nível 4 de encadeamento, como você viu na ilustração. Caso você tente chamar uma sub-rotina que esteja num quinto nível, a calculadora interromperá a execução do programa assim que encontrar a instrução que chamou a sub-rotina do 5º nível, apresentando a mensagem **Error 5** no visor.

**Observação:** Embora você possa ter no máximo 4 sub-rotinas sucessivamente encadeadas, não há limite para o número de sub-rotinas (encadeadas ou não) dentro de um programa.

## Uso de Sub-rotinas

**Exemplo:** Escreva um programa que calcule a inclinação média do gráfico de  $y = x^2 - \text{sen } x$ , entre  $x_1$  e  $x_2$ .



**Solução:** A inclinação média é dada por

$$\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{(x_2^2 - \text{sen } x_2) - (x_1^2 - \text{sen } x_1)}{x_2 - x_1}$$

Observe que a solução requer que a expressão  $x^2 - \text{sen } x$  seja calculada duas vezes (para  $x = x_1$  e novamente  $x = x_2$ ).

Como a solução inclui uma expressão que deve ser repetida para dois valores de  $x$ , podemos criar uma sub-rotina para executar a expressão e chamá-la 2 vezes, economizando espaço da memória de programação.

## Programa Principal

001- **f** **LBL** **A**  
 002- **STO** **0**  
 003- **x** **≥** **y**  
 004- **STO** **-0**  
 005- **GSB** **0**  
 006- **CHS**  
 007- **x** **≥** **y**  
 008- **GSB** **0**  
 009- **+**  
 010- **RCL** **0**  
 011- **+**  
 012- **g** **RTN**

## Sub-rotina

013- **f** **LBL** **0**  
 014- **g** **x<sup>2</sup>**  
 015- **g** **LSTx**  
 016- **SIN**  
 017- **-**  
 018- **g** **RTN**

(O programa assume que a calculadora está no modo trigonométrico **DEG**).

Quando você pressiona **f** **A**, estando  $x_1$  no registrador Y e  $x_2$  no registrador X, a execução começa na instrução **LBL** **A** da linha 001. Quando a instrução **GSB** **0** da linha 5 é encontrada, a execução é transferida para a instrução **LBL** **0** da linha 013 e calcula o valor de  $y_1$ . Como exemplo, se  $x_1$  fosse igual a 2 e  $x_2$  fosse igual a 3, eis como a solução seria calculada:

	001	002	003	004
<b>T</b> →				
<b>Z</b> →				
<b>Y</b> →	2	2	3	3
<b>X</b> →	3	3	2	2

Teclas → **f** **LBL** **A**    **STO** **0**    **x** **≥** **y**    **STO** **-0**  
 ( $x_1$  em Y e  $x_2$  em X)    ( $x_2$  em  $R_0$ )    (Intercâmbio)    ( $x_2 - x_1$  em  $R_0$ )

	005	013	014	015
T →				
Z →				3
Y →	3	3	3	4
X →	2	2	4	2

Teclas →  $\boxed{\text{GSB}} \text{ O}$  (Desvia para o rótulo O)  $\boxed{\text{f}} \boxed{\text{LBL}} \text{ O}$  (Início da sub-rotina)  $\boxed{\text{g}} \boxed{x^2}$  ( $x_1^2$ )  $\boxed{\text{g}} \boxed{\text{LST}} \text{ x}$  ( $x_1$ )

	016	017	018	006
T →				
Z →	3			
Y →	4	3	3	3
X →	0.0349	3.9651	3.9651	-3.9651

Teclas →  $\boxed{\text{SIN}}$  ( $\sin x_1$ )  $\boxed{-}$  ( $x_1^2 - \sin x_1 = y_1$ )  $\boxed{\text{g}} \boxed{\text{RTN}}$  (Retorna ao programa principal)  $\boxed{\text{CHS}}$  ( $-(x_1^2 - \sin x_1)$ )

Da linha 018 a execução é transferida de volta ao programa principal e prossegue com a primeira linha depois da última instrução  $\boxed{\text{GSB}}$  que foi executada. Quando a instrução  $\boxed{\text{GSB}} \text{ O}$  da linha 008 é encontrada, a execução novamente é transferida à instrução  $\boxed{\text{LBL}} \text{ O}$  da linha 013.

	007	008	013	014
T →				
Z →				
Y →	-3.9651	-3.9651	-3.9651	-3.9651
X →	3	3	3	9

Teclas →  $\boxed{x \geq y}$  (Intercambio)  $\boxed{\text{GSB}} \text{ O}$  (Desvia para o rótulo O)  $\boxed{\text{f}} \boxed{\text{LBL}} \text{ O}$  (Início da sub-rotina)  $\boxed{\text{g}} \boxed{x^2}$  ( $x_2^2$ )

	015	016	017	018
T →				
Z →	-3.9651	-3.9651		
Y →	9	9	-3.9651	-3.9651
X →	3	0.0523	8.9477	8.9477

Teclas →  $\boxed{9} \boxed{\text{LST}_x}$      $\boxed{\text{SIN}}$      $\boxed{-}$      $\boxed{9} \boxed{\text{RTN}}$

$(x_2)$      $(\text{sen } x_2)$      $(x_2^2 - \text{sen } x_2 = y_2)$     (Retorna ao programa principal)

Depois que a calculadora passa pela sub-rotina em  $\boxed{\text{LBL}} 0$  pela segunda vez, para calcular  $y_2$ , a instrução  $\boxed{\text{f}} \boxed{\text{RTN}}$  da linha 018 faz com que a execução retorne à linha 009 (a primeira instrução seguinte à instrução  $\boxed{\text{GSB}} 0$ ).  $y_2$  está agora no registrador X;  $-y_1$  está no registrador Y. As instruções restantes complementam o cálculo da inclinação.

	009	010	011	012
T →				
Z →				
Y →		4.9826		
X →	4.9826	1	4.9826	4.9826

Teclas →  $\boxed{+}$      $\boxed{\text{RCL}} \boxed{0}$      $\boxed{\div}$      $\boxed{9} \boxed{\text{RTN}}$

$(y_2 - y_1)$      $(x_2 - x_1)$      $\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$     (Fim do programa)

Quando a execução termina, a inclinação da linha entre  $x_1$  e  $x_2$  é apresentada no visor.

Execute o programa você mesmo, introduzindo as instruções relacionadas na página 128 e calcule a inclinação média para os seguintes valores de  $x_1$  e  $x_2$ : 0.5 e 1.25; 2.52 e 3.72; 5 e 7.

Respostas: 1.7325, 6.2226 e 11.9826.

Se você desejar maiores esclarecimentos sobre o uso de sub-rotinas, procure a seção "Sub-rotinas" na página 217 na parte III deste manual.

Observe que as instruções **GTO** e **GSB** sempre fazem com que a calculadora inicie a busca do rótulo especificado a partir daquele ponto da memória de programação, prosseguindo a busca nas linhas sucessivas. Este recurso frequentemente permite que você escreva um programa no qual um mesmo rótulo seja usado várias vezes para identificar linhas diferentes do programa.

**Exemplo:** O programa a seguir calcula o valor da expressão  $\sqrt{x^2 + y^2 + z^2 + t^2}$  utilizando **LBL A** para identificar tanto o início do programa como a sub-rotina contida no mesmo. O programa é executado colocando-se as variáveis  $x$ ,  $y$ ,  $z$  e  $t$  na pilha operacional e pressionando-se **A** \*.

Pressione	Visor
<b>g</b> <b>P/R</b>	000-
<b>f</b> <b>CLEAR</b> <b>PRGM</b>	000-
<b>f</b> <b>LBL</b> <b>A</b>	001-42,21,11
<b>g</b> <b>x<sup>2</sup></b>	002- 43 11 $x^2$
<b>GSB</b> <b>A</b>	003- 32 11 Calcula $y^2$ e $x^2 + y^2$
<b>GSB</b> <b>A</b>	004- 32 11 Calcula $z^2$ e $x^2 + y^2 + z^2$
<b>GSB</b> <b>A</b>	005- 32 11 Calcula $t^2$ e $x^2 + y^2 + z^2 + t^2$
$\sqrt{x}$	006- 11 Calcula $\sqrt{x^2 + y^2 + z^2 + t^2}$
<b>g</b> <b>RTN</b>	007- 43 32
<b>f</b> <b>LBL</b> <b>A</b>	008-42,21,11
$x \geq y$	009- 34
<b>g</b> <b>x<sup>2</sup></b>	010- 43 11
<b>+</b>	011- 40
<b>g</b> <b>RTN</b>	012- 43 32
<b>g</b> <b>P/R</b>	

\* Deve-se em geral evitar o uso de rótulos idênticos; isso aumenta a clareza do programa e reduz a possibilidade de que se cometam erros de programação. O programa abaixo ilustra uma maneira de se usar rótulos idênticos, se for necessário.

Introduza o seguinte conjunto de variáveis:

$$x = 4.3, y = 7.9, z = 1.3, t = 8.0$$

Pressione

Visor

8 **ENTER**

**8.0000**

1.3 **ENTER**

**1.3000**

7.9 **ENTER** 4.3 **f** **A**

**12.1074**

# O Registrador de Indexação

## Resumo

O registrador de indexação ( $R_1$ ) é uma das mais poderosas ferramentas para programação que se encontra disponível na sua HP-11C. Além de registrar e recuperar dados, o registrador de indexação pode ser utilizado:

- Para contagem de iterações do ciclo de um programa e para controlar funções.
- Para endereçar indiretamente registradores de armazenamento de dados, desvios e sub-rotinas.

O registrador de indexação realiza o controle de ciclos e o endereçamento indireto através de um valor de controle que você coloca no próprio  $R_1$ . A parte *inteira* do valor de controle determina o resultado de cada iteração do ciclo ou de cada operação de endereçamento indireto. A parte *decimal* do valor de controle contém os parâmetros para alteração e limitação da parte inteira.

**Seqüências Abreviadas de Teclas com  $\boxed{I}$  e  $\boxed{I}$ .** A calculadora foi projetada de modo que você pode omitir a tecla  $\boxed{f}$ , de prefixo, nas seqüências de teclas envolvendo  $\boxed{I}$  e  $\boxed{I}$ . Mesmo que a tecla  $\boxed{f}$  seja pressionada antes de  $\boxed{I}$  ou  $\boxed{I}$ , a calculadora a eliminará automaticamente.

## Funções com o Uso Direto do Registrador de Indexação

As funções com o uso direto de  $R_1$  agem sobre o conteúdo do próprio  $R_1$ .

**Armazenamento (Recuperação) em (de)  $R_1$ .**  $\boxed{STO} \boxed{I}$  (*STOre in  $R_1$  = armazenar em  $R_1$* ) e  $\boxed{RCL} \boxed{I}$  (*ReCaLl from  $R_1$  = recuperar de  $R_1$* ) operam

como **STO** e **RCL** com os registradores de armazenamento de dados  $R_0$  a  $R_9$  e  $R_{10}$  a  $R_{19}$ .

**Intercâmbio entre X e I.** De maneira semelhante a operação  $[x \geq y]$  **f**  $[x \geq i]$  intercambia o conteúdo dos registradores X e I.

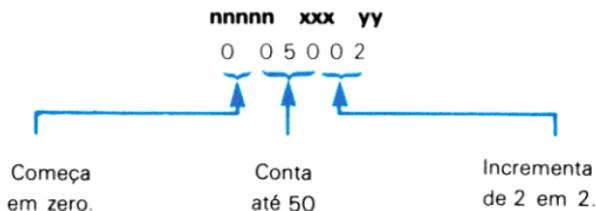
**Incrementando e Decrementando o Registrador I.** As funções **ISG** (*Increment, then SKip if greater = incrementar e então saltar se for maior*) e **DSE** (*Decrement, then Skip if less or Equal = decrementar e então saltar se for menor ou igual*) usam o valor de controle de ciclo que você coloca em  $R_1$ . A calculadora usa a parte inteira do valor de controle de ciclo para contar as sucessivas iterações de um ciclo de programa e determinar quando sair do mesmo. A parte inteira do valor de controle de ciclo é também usada para endereçar indiretamente registradores de armazenamento, desvios e sub-rotinas.

Tanto **ISG** como **DSE** interpretam e comparam os componentes do valor de controle de ciclos segundo o seguinte formato:

$\pm$  nnnnn é o valor atual do contador,  
 nnnnn.xxxyy , onde xxx é o valor de teste do contador, e  
 yy é o valor do incremento ou decremento.

nnnnn é a parte inteira do valor de controle e é usada para contagem de ciclos e para o endereçamento indireto de desvios, sub-rotinas e de registradores de armazenamento. nnnnn pode ter de 1 a 5 dígitos, e, se não for especificado, será adotado como sendo zero. nnnnn é incrementado ou decrementado a cada execução de **ISG** ou **DSE**.

#### Exemplo de Valor de Controle de Ciclos



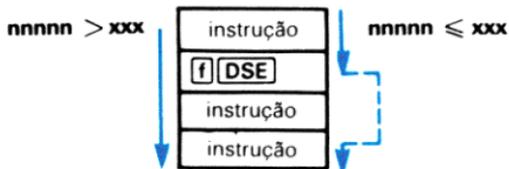
**xxx** é um componente da parte decimal do valor de controle. Quando você usa **ISG** ou **DSE** para incrementar ou decrementar **nnnnn**, **xxx** é então comparado internamente com **nnnnn** pela calculadora, para determinar se já foram executados todos os incrementos ou decrementos desejados. **xxx** deve ser sempre especificado com 3 dígitos. Por exemplo, um valor de **xxx = 10** deveria ser especificado como 010. (**xxx** é um valor de referência e não é alterado pelas execuções de **ISG** ou **DSE**).

**yy** é o segundo componente da parte decimal do valor de controle. **yy** diz à calculadora qual o valor do incremento, ou seja, que **nnnnn** será incrementado ou decrementado de **yy**. **yy** deve ser sempre especificado com 2 dígitos (por exemplo, 02, 03, 55). Se **yy** não for especificado, a calculadora contará de 1 em 1. (**yy** é um valor de referência e não é alterado pelas execuções de **ISG** ou **DSE**).

**Operação com ISG e DSE.** Tais funções de incremento e decremento usam comparações entre **nnnnn** e **xxx** para controlar a execução de um programa de maneira similar a dos testes de condição descritos na seção 7. Cada vez que **f ISG** é executada, o valor de **nnnnn** é incrementado de **yy**. Um programa que tenha este teste verificará a seguir se **nnnnn** é maior do que **xxx**. Se for, a HP-11C saltará a próxima linha do programa antes de reiniciar a execução.



Cada execução de **f DSE** decrementa **nnnnn** de **yy**. A seguir o programa verificará se **nnnnn** é menor ou igual a **xxx**. Se for, a HP-11C saltará a próxima linha do programa antes de reiniciar a execução.



Iterações →	Se o Con- túdo inicial de R <sub>1</sub> for	Alterações sofridas por nnnnn.xxxxy a cada iteração sucessiva provocada por [ISG] e [DSE]			
	0	1	2	3	4
[ISG] →	0.00602	2.00602	4.00602	6.00602	8.00602 (Salta)
[DSE] →	6.00002	4.00002	2.00002	0.00002 (Salta)	-2.00002 (Salta)

## Funções com o Uso Indireto do Registrador de Indexação

As funções com o uso indireto de R<sub>1</sub> não afetam o conteúdo do próprio R<sub>1</sub>. Ao invés disso, usam a parte inteira (nnnnn) do valor armazenado em R<sub>1</sub> como um endereço, o qual determina qual linha de memória será envolvida na operação. Nos programas em que uma mesma instrução indireta é usada repetidamente, para endereçar, em seqüência, registradores de armazenamento, desvios ou sub-rotinas, essa instrução será freqüentemente utilizada em conjunção com [ISG] ou [DSE].

**Armazenamento e Recuperação Indiretos.** [STO] (i) e [RCL] (i) \* armazenam ou recuperam números, utilizando o registrador de armazenamento de dados endereçado pelo valor absoluto de nnnnn. Para endereçar R<sub>0</sub> a R<sub>9</sub>, nnnnn deve valer de 0 a 9; para endereçar R<sub>10</sub> a R<sub>19</sub>, nnnnn deve valer de 10 a 19; para endereçar R<sub>20</sub>, nnnnn deve ser igual a 20. (Veja a tabela de Endereçamento Indireto na página 138).

**Intercâmbio entre X e (i).** [f] [x ≥ (i)] troca o conteúdo do registrador X com o do registrador de armazenamento endereçado pelo valor absoluto de nnnnn.

**Aritmética com Endereçamento Indireto de Registradores.** [STO] ([+], [-], [x], ou [+]) (i) realiza uma operação aritmética com o conteúdo do registrador de armazenamento endereçado pelo valor absoluto de nnnnn.

\* Veja à página 133, "Seqüências Abreviadas de Teclas com [i] e [(i)]".

## Exemplos

Se o conteúdo de  $R_1$  for 5.01202:

$nnnnn = 5$     $xxx = 012$     $yy = 02$

$\boxed{\text{STO}} \boxed{(i)} = \boxed{\text{STO}} 5$

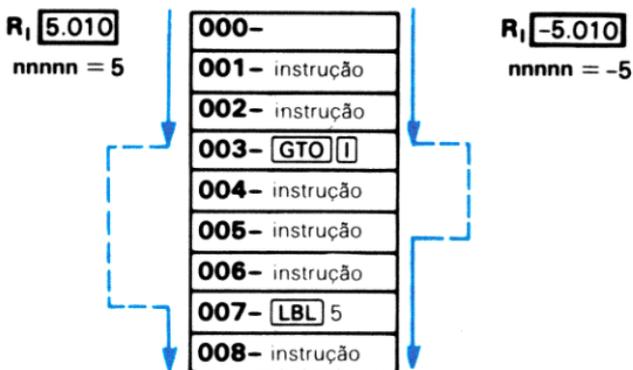
$\boxed{f} \boxed{x \geq (i)} = \text{Troca o conteúdo do registrador X com o de } R_6$

$\boxed{\text{STO}} \boxed{+} \boxed{(i)} = \boxed{\text{STO}} \boxed{+} 5$

**Desvio Indireto a um Rótulo ou a uma Linha Numerada.** Num programa em execução:

1. Se  $nnnnn \geq 0$ ,  $\boxed{\text{GTO}} \boxed{1}$  desvia a execução para a próxima posição da memória de programação que contenha um rótulo especificado por  $nnnnn$ .
2. Se  $nnnnn < 0$ ,  $\boxed{\text{GTO}} \boxed{1}$  transfere a execução diretamente para a *linha* especificada pelo valor absoluto de  $nnnnn$ .

Exemplo:



**Acesso Indireto a uma Sub-rotina através de seu Rótulo ou Número de Linha.** Num programa em execução,  $\boxed{\text{GSB}} \boxed{1}$  transfere a execução indiretamente a uma sub-rotina, da mesma forma que  $\boxed{\text{GTO}} \boxed{1}$  transfere indiretamente a execução para um desvio.

Tabela de Endereçamento Indireto

Se nnnnn é:	<b>GTO</b> ou <b>GSB I</b> transferem a execução para:	<b>STO (i)</b> ou <b>RCL (i)</b> endereçam os registradores de armazenamento:
0	<b>f</b> <b>LBL</b> 0	<b>R</b> <sub>0</sub>
...	...	...
9	<b>f</b> <b>LBL</b> 9	<b>R</b> <sub>9</sub>
10	" " <b>A</b>	<b>R</b> <sub>0</sub>
11	" " <b>B</b>	<b>R</b> <sub>1</sub>
12	" " <b>C</b>	<b>R</b> <sub>2</sub>
13	" " <b>D</b>	<b>R</b> <sub>3</sub>
14	" " <b>E</b>	<b>R</b> <sub>4</sub>
15	—	<b>R</b> <sub>5</sub>
16	—	<b>R</b> <sub>6</sub>
17	—	<b>R</b> <sub>7</sub>
18	—	<b>R</b> <sub>8</sub>
19	—	<b>R</b> <sub>9</sub>
20	—	<b>R</b> <sub>i</sub>

## Controle de Ciclos Usando **ISG**

**Exemplo:** Eis aqui um programa que ilustra o funcionamento de **ISG**. O programa gera uma tabela de quadrados dos números pares de 2 a 50. Ele possui um ciclo que faz uma pausa para apresentar o valor de  $R_1$  e utiliza **ISG** para controlar o número de iterações ao longo do ciclo e o valor do número ao quadrado.

### Pressione

**g** **P/R**

**f** **CLEAR** **PRGM**

**f** **LBL** **A**

**f** **FIX** 5

2

**□**

0

5

0

### Visor

000-

Modo de Programação.

000-

001-42,21,11

Rótulo do programa.

002-42, 7, 5

003-

2

} Valor atual do contador

004-

48

nnnnn).

005-

0

006-

5

} Valor de teste do

007-

0

contador (xxx).

Pressione	Visor	
0	008-	} Valor do incremento (yy).
2	009-	
<b>[STO]</b> <b>[I]</b>	<b>010-</b> <b>44 25</b>	Armazena o valor de controle do ciclo em $R_1$ .
<b>[f]</b> <b>[LBL]</b> <b>1</b>	<b>011-</b> <b>42,21, 1</b>	Início do ciclo.
<b>[RCL]</b> <b>[f]</b> <b>[I]</b>	<b>012-</b> <b>45 25</b>	Recupera o conteúdo de $R_1$ .
<b>[g]</b> <b>[INT]</b>	<b>013-</b> <b>43 44</b>	Toma a parte inteira.
<b>[f]</b> <b>[PSE]</b>	<b>014-</b> <b>42 31</b>	Faz um pausa para apresentar o inteiro.
<b>[g]</b> <b>[x<sup>2</sup>]</b>	<b>015-</b> <b>43 11</b>	Eleva o número ao quadrado.
<b>[f]</b> <b>[PSE]</b>	<b>016-</b> <b>42 31</b>	Apresenta o número ao quadrado.
<b>[f]</b> <b>[ISG]</b>	<b>017-</b> <b>42 6</b>	Incrementa $R_1$ de 2 unidades e verifica se o contador não é maior do que o valor final (50). Se o contador é maior que o valor final, salta a próxima linha do programa.
<b>[GTO]</b> <b>1</b>	<b>018-</b> <b>22 1</b>	Novo ciclo, voltando ao rótulo 1.
<b>[g]</b> <b>[RTN]</b>	<b>019-</b> <b>43 32</b>	Pára o programa.
<b>[g]</b> <b>[P/R]</b>		Modo de execução.

Execute o programa, pressionando **[f]** **[A]**.

Pressione	Visor	
<b>[f]</b> <b>[A]</b>	<b>2.00000</b>	Quando a calculadora começa a execução ela inicialmente faz uma pausa para apresentar o número a ser elevado ao quadrado, e, em seguida, faz uma pausa para apresentar o número ao quadrado.
	<b>4.00000</b>	
	<b>4.00000</b>	
	<b>16.00000</b>	
	:	
	:	

**Pressione****Visor****50.00000**

Quando o contador do ciclo

**2.500.00000**

atinge 50, o programa pára.

Eis o que ocorre quando você executa o programa acima:

1. Sob o rótulo **A**, o valor 2.05002 é armazenado no registrador I como valor de controle do ciclo:

<b>nnnnn</b>	<b>xxx</b>	<b>yy</b>
(0000) 2 Valor Atual do Contador	050 Valor de Teste	02 Valor do Incremento

2. Sob o rótulo 1, ocorre a seguinte seqüência:

Depois que são apresentados 2 e 4 (2 ao quadrado), o valor atual do contador em  $R_1$ , 00002 (**nnnnn**) é incrementado de 02 (**yy**). O novo valor de  $R_1$ , 4.05002, é interpretado pela calculadora da seguinte maneira:

<b>nnnnn</b>	<b>xxx</b>	<b>yy</b>
(0000) 4 Valor atual do Contador	050 Valor de Teste	02 Valor do Incremento

O novo valor do contador é então comparado com o valor de teste 050 (**xxx**). Como o valor do contador não excedeu o valor de teste, a calculadora prossegue com a linha seguinte, **GTO** 1, e o processo é repetido com o novo número.

3. Após a apresentação dos 25 números pares (de 2 a 50), e seus quadrados, o valor atual do contador ultrapassa finalmente a 50. Isto faz com que a calculadora salte a linha seguinte a **9** **ISG** da linha

017. Como resultado, o comando **GTO** da linha 018 é saltado e o comando **RTN** da linha 019 é executado, fazendo com que a calculadora retorne à linha 000 e pare.

Depois de executar o programa, pressione **RCL** **I**. O valor recuperado do registrador I será apresentado no Visor:



**Limites de ISG e DSE.** Observe que **ISG** e **DSE** podem ser usadas para incrementar e decrementar qualquer valor que a calculadora possa mostrar no visor. Entretanto, a parcela decimal do valor de controle será afetada por valores excedendo o padrão de 5 dígitos **nnnnn**.

Por exemplo, o número 99,950.50055 quando incrementado por **ISG**, ficará 100,005.5006. O valor inicial foi incrementado de 55. Porém como o novo número 100,005.50055 não pode ser completamente apresentado no visor, a parcela decimal do mesmo foi arredondada. Como a calculadora assume que o valor do incremento (**yy**) tem dois dígitos, o próximo incremento seria 60, e não 55. E quando o número chegasse a 999,945.5006, o número seguinte seria 1,000,005.501, sendo a parte decimal novamente arredondada. Como não existe mais nenhum valor para **yy**, o próximo incremento seria 01 (que é o assumido pela calculadora quando **yy** não está definido), ao invés de 60.

## Operações Diretas com R<sub>I</sub>

Para Executar	Exemplo de Sequências de Teclas	Visor
Armazenar em R <sub>I</sub>	12345 <b>STO</b> <b>I</b>	12345 12345.0000

Para Executar	Exemplo de Sequências de Teclas	Visor
(Apague o visor)		0.0000
Recuperar de R <sub>1</sub> (o valor anteriormente armazenado por <b>STO I</b> ).	<b>RCL I</b>	12345.0000
(Apague o visor)		0.0000
Intercambiar X com I (usando o valor de I remanescente dos exemplos anteriores)	<b>f x<math>\geq</math> I</b>	0.0000
	<b>f x<math>\geq</math> I</b>	12345.0000

## Operações Indiretas com R<sub>1</sub>

Para Executar	Exemplo de Sequências de Teclas	Visor
(Armazenar 3 em R <sub>1</sub> como um endereço, isto é, <b>nnnnn = 3</b> )	<b>3 STO I</b>	<b>3.0000</b>
Armazenamento e recuperação indiretos de $\sqrt{7}$ usando R <sub>3</sub> (indiretamente endereçado, armazenando-se, primeiramente, o valor 3 em R <sub>1</sub> , como no exemplo acima)	<b>7 <math>\sqrt{x}</math></b>	<b>2.6458</b>
	<b>STO (I)</b>	<b>2.6458</b>
		<b>0.0000</b>
	<b>RCL (I)</b>	<b>2.6458</b>
		<b>0.0000</b>
Troque, indiretamente, o 0.0000 do registrador X e o 2.6458 que ficou em R <sub>3</sub> . (O endereço <b>nnnnn = 3</b> permanece em R <sub>1</sub> )	<b>f x<math>\geq</math> (I)</b>	<b>2.6458</b>
	<b>f x<math>\geq</math> (I)</b>	<b>0.0000</b>

Para Executar	Exemplo de Sequências de Teclas	Visor
Aritmética com o endereçamento indireto de registradores; divida o conteúdo de R <sub>3</sub> por pi.	<b>f</b> <b>π</b>	<b>3.1416</b>
	<b>STO</b> <b>÷</b> <b>(i)</b>	<b>3.1416</b>
	<b>RCL</b> <b>(i)</b>	<b>0.8422</b>

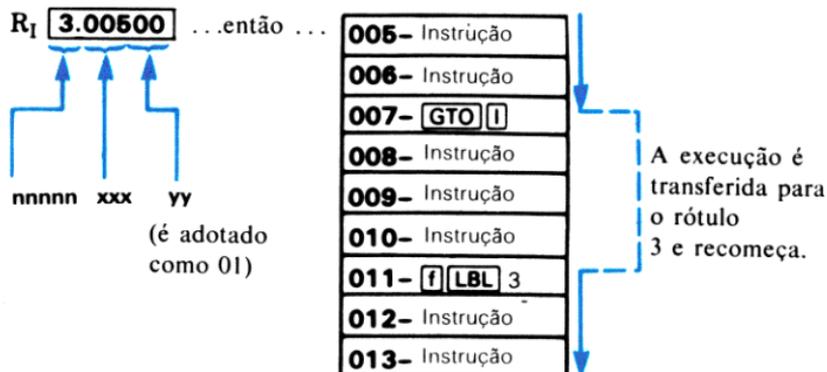
Veja na parte III deste manual, na página 218, “**ISG** com **RCL (i)**”, onde são dados detalhes adicionais da aritmética com o endereçamento indireto de registradores.

## Controle Indireto de Programas

### Desvio Indireto a Rótulos e a Sub-rotinas

Você pode desviar indiretamente a números de linhas ou a rótulos, da mesma maneira que você endereça indiretamente os registradores de armazenamento de dados. A tabela da página 138 mostra os endereços numéricos que correspondem a cada rótulo possível. Cada endereço possível é a parcela **nnnn** de um valor *positivo* de controle de ciclo, armazenado em R<sub>1</sub>.

Use **GTO (i)** para *desviar* indiretamente a um rótulo. Quando um programa encontra **GTO (i)**, a execução é transferida para a linha seguinte da memória de programação que contém o rótulo indiretamente endereçado pelo valor atual de **nnnn**. Por exemplo, se o valor atual do contador em R<sub>1</sub> for 3.0050...

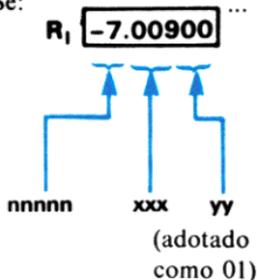


O mesmo método é utilizado para executar uma sub-rotina indiretamente, exceto por se usar **GSB**(I) ao invés de **GTO**(I) .

### Desvio Indireto a uma Linha Numerada e a Sub-rotinas

Os números de linhas de um programa podem ser indiretamente endereçados por **GTO** ou **GSB**, quase que da mesma maneira que os rótulos são indiretamente endereçados. Como vimos anteriormente, quando uma instrução **GTO** ou **GSB** é executada com um valor de *nnnnn* positivo em  $R_1$ , a execução é transferida ao *rótulo* endereçado por *nnnnn* e recomeça. No entanto, se o valor de *nnnnn* em  $R_1$  for *negativo*, ao executarmos um **GTO** ou **GSB** indireto, a execução será transferida à *linha* endereçada pelo *valor absoluto* de - *nnnnn*.

Se:  $R_1$  **-7.00900** ... então ...



001	-	instrução
002	-	instrução
003	-	<b>GTO</b> (I)
004	-	Instrução
005	-	Instrução
006	-	Instrução
007	-	f <b>LBL</b> 3
008	-	Instrução
009	-	Instrução

A execução é transferida à linha 007 e recomeça.

**Parte III**  
**Solução Programada**  
**de Problemas**

## Programas de Aplicação

### Álgebra Matricial

Este programa calcula o determinante e a matriz inversa de uma matriz  $3 \times 3$  (se existir, isto é, se o determinante  $\neq 0$ ) e, com uma pequena alteração, a solução de um sistema de equações lineares representado pela matriz.

Equações:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}$$

$$C = \frac{1}{\det A} \begin{bmatrix} \begin{vmatrix} a_{22} & a_{23} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} & -\begin{vmatrix} a_{12} & a_{13} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a_{12} & a_{13} \\ a_{22} & a_{23} \end{vmatrix} \\ \begin{vmatrix} a_{21} & a_{23} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} & -\begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{21} & a_{23} \end{vmatrix} \\ \begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix} & -\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} \end{bmatrix}$$

$$\text{onde } \det A = a_{11}(a_{22}a_{33} - a_{23}a_{32}) - a_{12}(a_{21}a_{33} - a_{23}a_{31}) \\ + a_{13}(a_{21}a_{32} - a_{22}a_{31})$$

$$\text{e } \begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} = ad - bc.$$

$AX = B$  é resolvida por  $X = IB$ , ou seja,

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \frac{1}{\det A} \begin{bmatrix} b_1 \begin{vmatrix} a_{22} & a_{23} \\ a_{32} & c_{33} \end{vmatrix} - b_2 \begin{vmatrix} a_{12} & a_{13} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} + b_3 \begin{vmatrix} a_{12} & a_{13} \\ a_{22} & a_{23} \end{vmatrix} \\ -b_1 \begin{vmatrix} a_{21} & a_{23} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} + b_2 \begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} - b_3 \begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{21} & a_{23} \end{vmatrix} \\ b_1 \begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix} - b_2 \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix} + b_3 \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} \end{bmatrix}$$

### Observações:

- As operações com matrizes são particularmente sujeitas a erros de arredondamento. Em certos casos, tais erros poderão afetar bastante os resultados do programa.
- Se você tiver que resolver vários conjuntos de equações simultâneas, introduza a rotina de cálculo do determinante e calcule os determinantes de cada matriz  $3 \times 3$ . Substitua a rotina de cálculo do determinante pela rotina de cálculo das equações simultâneas e armazene em  $R_0$  o determinante correspondente a cada equação.
- Uma matriz  $2 \times 2$  pode ser armazenada como

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & 0 \\ a_{21} & a_{22} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

## Programa Principal

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
f CLEAR PRGM	000-	RCL 1	027- 45 .1
f LBL 9	001-42,21, 9	RCL 0	028- 45 .0
f ISG	002- 42 6	RCL 8	029- 45 8
f PSE	003- 42 31	RCL 3	030- 45 .3
RCL (i)	004- 45 24	GSB 8	031- 32 8
x	005- 20	RCL 5	032- 45 5
x	006- 20	RCL 3	033- 45 .3
+	007- 40	RCL 1	034- 45 .1
STO 0	008- 44 0	RCL 7	035- 45 7
g RTN	009- 43 32	GSB 8	036- 32 8
f LBL B	010-42,21,12	RCL 8	037- 45 8
RCL 9	011- 45 9	RCL 7	038- 45 7
RCL 3	012- 45 .3	RCL 5	039- 45 5
RCL 2	013- 45 .2	RCL 0	040- 45 .0
RCL 0	014- 45 .0	GSB 8	041- 32 8
GSB 8	015- 32 8	GSB 2	042- 32 2
RCL 2	016- 45 .2	RCL 8	043- 45 8
RCL 7	017- 45 7	RCL 2	044- 45 .2
RCL 6	018- 45 6	RCL 1	045- 45 .1
RCL 3	019- 45 .3	RCL 9	046- 45 9
GSB 8	020- 32 8	GSB 8	047- 32 8
RCL 6	021- 45 6	RCL 1	048- 45 .1
RCL 0	022- 45 .0	RCL 6	049- 45 6
RCL 9	023- 45 9	RCL 5	050- 45 5
RCL 7	024- 45 7	RCL 2	051- 45 .2
GSB 8	025- 32 8	GSB 8	052- 32 8
GSB 2	026- 32 2	RCL 5	053- 45 5

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
$\boxed{\text{RCL}} \ 9$	054- 45 9	$\boxed{\text{R/S}}$	067- 31
$\boxed{\text{RCL}} \ 8$	055- 45 8	$\boxed{\text{g}} \ \boxed{\text{RTN}}$	068- 43 32
$\boxed{\text{RCL}} \ 6$	056- 45 6	$\boxed{\text{f}} \ \boxed{\text{LBL}} \ 2$	069-42,21, 2
$\boxed{\text{f}} \ \boxed{\text{LBL}} \ 8$	057-42,21, 8	$\boxed{\text{RCL}} \ 4$	070- 45 4
$\boxed{\times}$	058- 20	$\boxed{\text{g}} \ \boxed{\text{F?}} \ 0$	071-43, 6, 0
$\boxed{\text{R}\downarrow}$	059- 33	$\boxed{\text{R/S}}$	072- 31
$\boxed{\times}$	060- 20	$\boxed{\text{f}} \ \boxed{\text{LBL}} \ 3$	073-42,21, 3
$\boxed{\text{g}} \ \boxed{\text{R}\downarrow}$	061- 43 33	1	074- 1
$\boxed{-}$	062- 30	$\boxed{\text{STO}} \ \boxed{\text{I}}$	075- 44 25
$\boxed{\text{RCL}} \ 0$	063- 45 0	0	076- 0
$\boxed{-}$	064- 10	$\boxed{\text{STO}} \ 4$	077- 44 4
$\boxed{\text{g}} \ \boxed{\text{F?}} \ 0$	065-43, 6, 0	$\boxed{\text{g}} \ \boxed{\text{RTN}}$	078- 43 32
$\boxed{\text{GTO}} \ 1$	066- 22 1		

REGISTRADORES			$R_i$ : Índice
$R_0$ : Det A	$R_1$ : $b_1$	$R_2$ : $b_2$	$R_3$ : $b_3$
$R_4$ : $x_1, x_2, x_3$	$R_5$ : $a_{11}$	$R_6$ : $a_{12}$	$R_7$ : $a_{13}$
$R_8$ : $a_{21}$	$R_9$ : $a_{22}$	$R_{10}$ : $a_{23}$	$R_{11}$ : $a_{31}$
$R_{12}$ : $a_{32}$	$R_{13}$ : $a_{33}$		

### Sub-rotina de Cálculo do Determinante

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
$\boxed{\text{f}} \ \boxed{\text{LBL}} \ \boxed{\text{A}}$	079-42,21,11	0	083- 0
$\boxed{\text{g}} \ \boxed{\text{CF}} \ 0$	080-43, 5, 0	$\boxed{\text{RCL}} \ \boxed{\cdot} \ 0$	084- 45 .0
4	081- 4	$\boxed{\text{RCL}} \ \boxed{\cdot} \ 2$	085- 45 .2
$\boxed{\text{STO}} \ \boxed{\text{I}}$	082- 44 25	$\boxed{\text{GSB}} \ 9$	086- 32 9

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
RCL 8	087- 45 8	RCL 2	095- 45 2
RCL 3	088- 45 3	GSB 9	096- 32 9
GSB 9	089- 32 9	RCL 5	097- 45 5
RCL 9	090- 45 9	RCL 3	098- 45 3
RCL 1	091- 45 1	GSB 9	099- 32 9
GSB 9	092- 32 9	RCL 6	100- 45 6
CHS	093- 16	RCL 1	101- 45 1
RCL 7	094- 45 7	GSB 9	102- 32 9

### Sub-rotina de Cálculo das Equações Simultâneas

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
f LBL 1	079-42,21, 1	STO 3	088- 44 3
RCL (i)	080- 45 24	R ↓	089- 33
x	081- 20	STO 2	090- 44 2
STO + 4	082-44,40, 4	R ↓	091- 33
f ISG	083- 42 6	STO 1	092- 44 1
f PSE	084- 42 31	GSB 3	093- 32 3
g RTN	085- 43 32	GSB B	094- 32 12
f LBL C	086-42,21,13	g CF 0	095-43, 5, 0
g SF 0	087-43, 4, 0	RCL 4	096- 45 4

PASSO	INSTRUÇÕES	DADOS/ UNIDADES	PRESSIONE	RESULTADOS/ UNIDADES
1	Introduza o programa principal (linhas 000 a 078).			
2	<b>Determinante</b>			
	Introduza a subrotina LBL A (linhas 079-101).		GTO 078	
			g P/R... g P/R	

PASSO	INSTRUÇÕES	DADOS/ UNIDADES	PRESSIONE	RESULTADOS/ UNIDADES
3	Ative o modo User.			
4	Armazene os elementos da matriz.			
	$a_{11}$	$a_{11}$	$\boxed{\text{STO}} \ 5$	
	$a_{12}$	$a_{12}$	$\boxed{\text{STO}} \ 6$	
	$a_{13}$	$a_{13}$	$\boxed{\text{STO}} \ 7$	
	$a_{21}$	$a_{21}$	$\boxed{\text{STO}} \ 8$	
	$a_{22}$	$a_{22}$	$\boxed{\text{STO}} \ 9$	
	$a_{23}$	$a_{23}$	$\boxed{\text{STO}} \ 0$	
	$a_{31}$	$a_{31}$	$\boxed{\text{STO}} \ 1$	
	$a_{32}$	$a_{32}$	$\boxed{\text{STO}} \ 2$	
	$a_{33}$	$a_{33}$	$\boxed{\text{STO}} \ 3$	
5	Calcule o determinante.		$\boxed{\text{A}}$	<b>Det A</b>
6	<b>Inversa</b>			
	Calcule a Inversa.		$\boxed{\text{B}}$	$C_{11}$
			$\boxed{\text{R/S}}$	$C_{12}$
			$\boxed{\text{R/S}}$	$C_{13}$
			$\boxed{\text{R/S}}$	$C_{21}$
			$\boxed{\text{R/S}}$	$C_{22}$
			$\boxed{\text{R/S}}$	$C_{23}$
			$\boxed{\text{R/S}}$	$C_{31}$
			$\boxed{\text{R/S}}$	$C_{32}$
			$\boxed{\text{R/S}}$	$C_{33}$
7	<b>Equações simultâneas</b>			
	Elimine as linhas 079 a 101.		$\boxed{\text{G}} \ \boxed{\text{RTN}} \ \boxed{\text{G}} \ \boxed{\text{BST}}$	
			$\boxed{\text{G}} \ \boxed{\text{P/R}}$	101- 32 9
			$\boxed{\leftarrow} \dots \boxed{\rightarrow}$	078- 43 32
8	Introduza a sub-rotina $\boxed{\text{LBL}} \ 1$		$\boxed{\text{f}} \ \boxed{\text{LBL}} \ 1$	079-42,21, 1
	(linhas 079 a 096).		... $\boxed{\text{G}} \ \boxed{\text{P/R}}$	

PASSO	INSTRUÇÕES	DADOS/ UNIDADES	PRESSIONE	RESULTADOS/ UNIDADES
9	Introduza a matriz coluna e	$b_1$	<b>ENTER</b>	
	calcule $x_1$ .	$b_2$	<b>ENTER</b>	
		$b_3$	<b>C</b>	$x_1$
			<b>R/S</b>	$x_2$
			<b>R/S</b>	$x_3$
10	Para novas matrizes coluna, vá ao			
	passo 9.			
11	Para novos determinantes e			
	inversas, elimine as linhas 079 a		<b>g RTN g BST</b>	
	096.		<b>g P/R</b>	096- 45 4
			<b>←...→</b>	078- 43 32
	Vá ao passo 2.			

**Exemplo 1:** Calcule a inversa de  $\begin{bmatrix} 14 & -8 \\ -8 & 12 \end{bmatrix}$  e então calcule

$$\begin{bmatrix} 14 & -8 \\ -8 & 12 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20 \\ 5 \end{bmatrix}$$

**Pressione**

**Visor**

Ative o modo User

**f** **FIX** 4

Introduza a rotina de cálculo do determinante.

14 **STO** 5

8 **CHS** **STO** 6

0 **STO** 7

8 **CHS** **STO** 8

12 **STO** 9

0 **STO** 0

**STO** 1 **STO** 2

1 **STO** 3

**A**

104.0000

Det. A

**B**

0.1154

$C_{11}$

Pressione

R/S

R/S

R/S

R/S

R/S

R/S

R/S

R/S

g RTN g BST

g P/R

← ← ... ←

Visor

0.0769

0.0000

0.0769

0.1346

0.0000

0.0000

0.0000

1.0000

101- 32 9

078- 43 32

 $C_{12}$  $C_{13}$  $C_{21}$  $C_{22}$  $C_{23}$  $C_{31}$  $C_{32}$  $C_{33}$ 

Introduza a sub-rotina de cálculo das equações simultâneas.

Pressione

g P/R

20 ENTER 5 ENTER

0 C

R/S

R/S

Visor

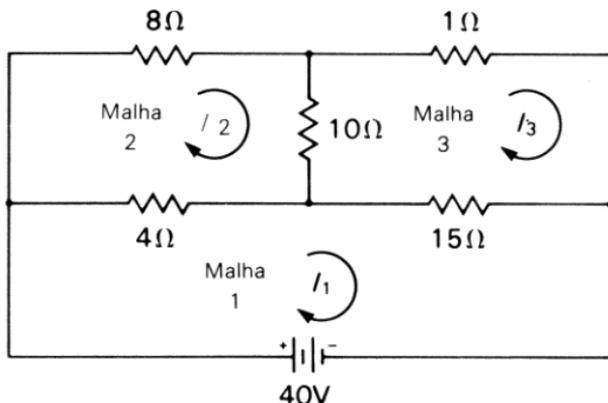
2.6923

2.2115

0.0000

 $x_1$  $x_2$  $x_3$ 

**Exemplo 2:** Calcule as as correntes de malha do circuito abaixo.



As três equações são as seguintes:

$$\begin{aligned}
 \text{Malha 1} & \quad 4I_1 - 4I_2 + 15I_3 - 15I_3 - 40 = 0 \\
 \text{Malha 2} & \quad 4I_2 - 4I_1 + 8I_2 + 10I_2 - 10I_3 = 0 \\
 \text{Malha 3} & \quad 10I_3 - 10I_2 + 1I_3 + 15I_3 - 15I_1 = 0 \\
 \text{ou} & \quad 19I_1 - 4I_2 - 15I_3 = 40 \\
 & \quad -4I_1 + 22I_2 - 10I_3 = 0 \\
 & \quad -15I_1 - 10I_2 + 26I_3 = 0
 \end{aligned}$$

ou ainda, na forma matricial:

$$\begin{bmatrix} 19 & -4 & -15 \\ -4 & 22 & -10 \\ -15 & -10 & 26 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 40 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Pressione

Visor

19 **STO** 5  
 4 **CHS** **STO** 6  
 15 **CHS** **STO** 7  
 4 **CHS** **STO** 8  
 22 **STO** 9  
 10 **CHS** **STO** . 0  
 15 **CHS** **STO** . 1  
 10 **CHS** **STO** . 2  
 26 **STO** . 3

Elimine a rotina de cálculo das equações simultâneas, se ainda estiver na memória de programação, e insira a rotina de cálculo do determinante.

**A** **2.402.0000**

Elimine a rotina de cálculo do determinante e insira a rotina de cálculo das equações simultâneas.

40 **ENTER**  
 0 **ENTER** **C** **7.8601**  
**R/S** **4.2298**  
**R/S** **6.1615**

## Sistemas de Equações Lineares com Três Incógnitas

Este programa usa a regra de Cramer para resolver sistemas de equações lineares com 3 incógnitas. Ele foi incluído aqui por ser relativamente mais fácil de ser usado para resolver sistemas de equações lineares do que o programa da Álgebra Matricial.

**Equações:** Um sistema de equações lineares pode ser expresso por

$$AX = B.$$

Para 3 incógnitas,

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix}$$

$$\det A = a_{11}(a_{22}a_{33} - a_{23}a_{32}) - a_{12}(a_{21}a_{33} - a_{23}a_{31}) + a_{13}(a_{21}a_{32} - a_{22}a_{31}).$$

Os  $x_i$  são calculados através de  $x_i = \frac{\det(i)}{\det A}$ , para  $\det A \neq 0$  onde  $\det(i)$  é o determinante da matriz A com sua i-ésima coluna substituída por B.

**Observação:** Se  $\det A = 0$ , o sistema será linearmente dependente e este programa não poderá ser usado. Nesse caso, o programa será interrompido, apresentando a mensagem **Error 0** no visor. Se o  $\det A$  for muito próximo de zero, a representação do número na calculadora poderá conter um erro de arredondamento significativo, fazendo com que  $(\det(i)/\det A)$  esteja errado.

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
$\boxed{f}$ CLEAR $\boxed{PRGM}$	000-	$\boxed{RCL}$ 5	029- 45 5
$\boxed{f}$ LBL $\boxed{A}$	001-42,21,11	$\boxed{RCL}$ 7	030- 45 7
1	002- 1	$\boxed{GSB}$ 9	031- 32 9
$\boxed{\cdot}$	003- 48	$\boxed{CHS}$	032- 16
0	004- 0	$\boxed{RCL}$ 3	033- 45 3
0	005- 0	$\boxed{RCL}$ 8	034- 45 8
9	006- 9	$\boxed{GSB}$ 9	035- 32 9
$\boxed{STO}$ $\boxed{I}$	007- 44 25	$\boxed{RCL}$ 1	036- 45 1
$\boxed{f}$ LBL 2	008-42,21, 2	$\boxed{RCL}$ 9	037- 45 9
$\boxed{RCL}$ $\boxed{I}$	009- 45 25	$\boxed{GSB}$ 9	038- 32 9
$\boxed{g}$ INT	010- 43 44	$\boxed{RCL}$ 2	039- 45 2
$\boxed{f}$ PSE	011- 42 31	$\boxed{RCL}$ 7	040- 45 7
$\boxed{RCL}$ $\boxed{(i)}$	012- 45 24	$\boxed{f}$ LBL 9	041-42,21, 9
R/S	013- 31	$\boxed{f}$ DSE	042- 42 5
$\boxed{STO}$ $\boxed{(i)}$	014- 44 24	$\boxed{f}$ PSE	043- 42 31
$\boxed{f}$ ISG	015- 42 6	$\boxed{RCL}$ $\boxed{(i)}$	044- 45 24
$\boxed{GTO}$ 2	016- 22 2	$\boxed{\times}$	045- 20
$\boxed{GSB}$ 0	017- 32 0	$\boxed{\times}$	046- 20
$\boxed{STO}$ 0	018- 44 0	$\boxed{+}$	047- 40
R/S	019- 31	$\boxed{g}$ RTN	048- 43 32
$\boxed{f}$ LBL 0	020-42,21, 0	$\boxed{f}$ LBL $\boxed{B}$	049-42,21,12
0	021- 0	$\boxed{STO}$ $\boxed{\cdot}$ 3	050- 44 .3
$\boxed{STO}$ $\boxed{I}$	022- 44 25	$\boxed{R}\downarrow$	051- 33
$\boxed{RCL}$ 6	023- 45 6	$\boxed{STO}$ $\boxed{\cdot}$ 2	052- 44 .2
$\boxed{RCL}$ 8	024- 45 8	$\boxed{R}\downarrow$	053- 33
$\boxed{GSB}$ 9	025- 32 9	$\boxed{STO}$ $\boxed{\cdot}$ 1	054- 44 .1
$\boxed{RCL}$ 4	026- 45 4	1	055- 1
$\boxed{RCL}$ 9	027- 45 9	$\boxed{GSB}$ 7	056- 32 7
$\boxed{GSB}$ 9	028- 32 9	R/S	057- 31

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
4	058- 4	$\boxed{\text{RCL}} \boxed{\cdot} 0$	075- 45 .0
$\boxed{\text{GSB}} 7$	059- 32 7	$\boxed{\text{g}} \boxed{\text{RTN}}$	076- 43 32
$\boxed{\text{R/S}}$	060- 31	$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{LBL}} 8$	077-42,21, 8
7	061- 7	$\boxed{\text{RCL}} \boxed{\cdot} 1$	078- 45 .1
$\boxed{\text{GSB}} 7$	062- 32 7	$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{x} \geq (\text{i})}$	079- 42 23
$\boxed{\text{R/S}}$	063- 31	$\boxed{\text{STO}} \boxed{\cdot} 1$	080- 44 .1
$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{LBL}} 7$	064-42,21, 7	$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{ISG}}$	081- 42 6
$\boxed{\text{STO}} \boxed{\cdot} 4$	065- 44 .4	$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{PSE}}$	082- 42 31
$\boxed{\text{STO}} \boxed{\text{I}}$	066- 44 25	$\boxed{\text{RCL}} \boxed{\cdot} 2$	083- 45 .2
$\boxed{\text{GSB}} 8$	067- 32 8	$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{x} \geq (\text{i})}$	084- 42 23
$\boxed{\text{GSB}} 0$	068- 32 0	$\boxed{\text{STO}} \boxed{\cdot} 2$	085- 44 .2
$\boxed{\text{RCL}} 0$	069- 45 0	$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{ISG}}$	086- 42 6
$\boxed{+}$	070- 10	$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{PSE}}$	087- 42 31
$\boxed{\text{STO}} \boxed{\cdot} 0$	071- 44 .0	$\boxed{\text{RCL}} \boxed{\cdot} 3$	088- 45 .3
$\boxed{\text{RCL}} \boxed{\cdot} 4$	072- 45 .4	$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{x} \geq (\text{i})}$	089- 42 23
$\boxed{\text{STO}} \boxed{\text{I}}$	073- 44 25	$\boxed{\text{STO}} \boxed{\cdot} 3$	090- 44 .3
$\boxed{\text{GSB}} 8$	074- 32 8	$\boxed{\text{g}} \boxed{\text{RTN}}$	091- 43 32

REGISTRADORES			$R_i$ : Índice
$R_0$ : Det	$R_1$ : $a_{11}$	$R_2$ : $a_{21}$	$R_3$ : $a_{31}$
$R_4$ : $a_{12}$	$R_5$ : $a_{22}$	$R_6$ : $a_{32}$	$R_7$ : $a_{13}$
$R_8$ : $a_{23}$	$R_9$ : $a_{33}$	$R_0$ : det (i)	$R_1$ : $b_1$
$R_2$ : $b_2$	$R_3$ : $b_3$	$R_4$ : Índice	

PASSO	INSTRUÇÕES	DADOS/ UNIDADES	PRESSIONE	RESULTADOS/ UNIDADES
1	Introduza o programa.			
2	Ative o modo User.			

PASSO	INSTRUÇÕES	DADOS/ UNIDADES	PRESSIONE	RESULTADOS/ UNIDADES
3	Introduza a matriz 3 x 3.		<b>A</b>	1. $R_1$
	(Observação: Para colocar o valor do	$a_{11}$	<b>R/S</b>	2. $R_2$
	visor no registrador indicado,	$a_{21}$	<b>R/S</b>	3. $R_3$
	pressione <b>R/S</b> ).	$a_{31}$	<b>R/S</b>	4. $R_4$
		$a_{12}$	<b>R/S</b>	5. $R_5$
		$a_{22}$	<b>R/S</b>	6. $R_6$
		$a_{32}$	<b>R/S</b>	7. $R_7$
		$a_{13}$	<b>R/S</b>	8. $R_8$
		$a_{23}$	<b>R/S</b>	9. $R_9$
		$a_{33}$	<b>R/S</b>	Det.
	Para rever a matriz, pressione <b>A</b>			
4	Introduza a matriz coluna.	$b_1$	<b>ENTER</b>	$b_1$
		$b_2$	<b>ENTER</b>	$b_2$
		$b_3$	<b>B</b>	$x_1$
			<b>R/S</b>	$x_2$
			<b>R/S</b>	$x_3$
5	Para uma nova coluna, vá ao passo			
	4.			
6	Para uma nova matriz, vá ao passo			
	3.			

**Exemplo 1:** Calcule a solução do sistema abaixo:

$$\begin{bmatrix} 19 & -4 & -15 \\ -4 & 22 & -10 \\ -15 & -10 & 26 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -40 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Pressione

Visor

**f CLEAR REG**

Ative o modo User.

Pressione	Visor	
<b>f</b> <b>FIX</b> <b>4</b>		
<b>A</b>	<b>1.0000</b>	<b>0.0000</b>
<b>19</b> <b>R/S</b>	<b>2.0000</b>	<b>0.0000</b>
<b>4</b> <b>CHS</b> <b>R/S</b>	<b>3.0000</b>	<b>0.0000</b>
<b>15</b> <b>CHS</b> <b>R/S</b>	<b>4.0000</b>	<b>0.0000</b>
<b>4</b> <b>CHS</b> <b>R/S</b>	<b>5.0000</b>	<b>0.0000</b>
<b>22</b> <b>R/S</b>	<b>6.0000</b>	<b>0.0000</b>
<b>10</b> <b>CHS</b> <b>R/S</b>	<b>7.0000</b>	<b>0.0000</b>
<b>15</b> <b>CHS</b> <b>R/S</b>	<b>8.0000</b>	<b>0.0000</b>
<b>10</b> <b>CHS</b> <b>R/S</b>	<b>9.0000</b>	<b>0.0000</b>
<b>26</b> <b>R/S</b>	<b>2.402.0000</b>	<b>Det.</b>
<b>40</b> <b>ENTER</b>		
<b>0</b> <b>ENTER</b> <b>B</b>	<b>7.8601</b>	$x_1$
<b>R/S</b>	<b>4.2298</b>	$x_2$
<b>R/S</b>	<b>6.1615</b>	$x_3$

**Exemplo 2:** Calcule a solução do sistema abaixo:

$$\begin{bmatrix} 19 & -4 & 4 \\ 5 & -12 & -10 \\ -15 & 8 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 \\ -3 \\ 4 \end{bmatrix}$$

Pressione	Visor	
<b>A</b>	<b>1.0000</b>	<b>19.0000</b>
<b>R/S</b>	<b>2.0000</b>	<b>-4.0000</b>
<b>5</b> <b>R/S</b>	<b>3.0000</b>	<b>-15.0000</b>
<b>R/S</b>	<b>4.0000</b>	<b>-4.0000</b>
<b>R/S</b>	<b>5.0000</b>	<b>22.0000</b>
<b>12</b> <b>CHS</b> <b>R/S</b>	<b>6.0000</b>	<b>-10.0000</b>
<b>8</b> <b>R/S</b>	<b>7.0000</b>	<b>-15.0000</b>
<b>4</b> <b>R/S</b>	<b>8.0000</b>	<b>-10.0000</b>
<b>R/S</b>	<b>9.0000</b>	<b>26.0000</b>
<b>3</b> <b>R/S</b>	<b>-264.0000</b>	<b>Det.</b>
<b>5</b> <b>ENTER</b>		
<b>3</b> <b>CHS</b> <b>ENTER</b>		
<b>4</b> <b>B</b>	<b>-1.6667</b>	$x_1$
<b>R/S</b>	<b>-4.4091</b>	$x_2$
<b>R/S</b>	<b>4.7576</b>	$x_3$

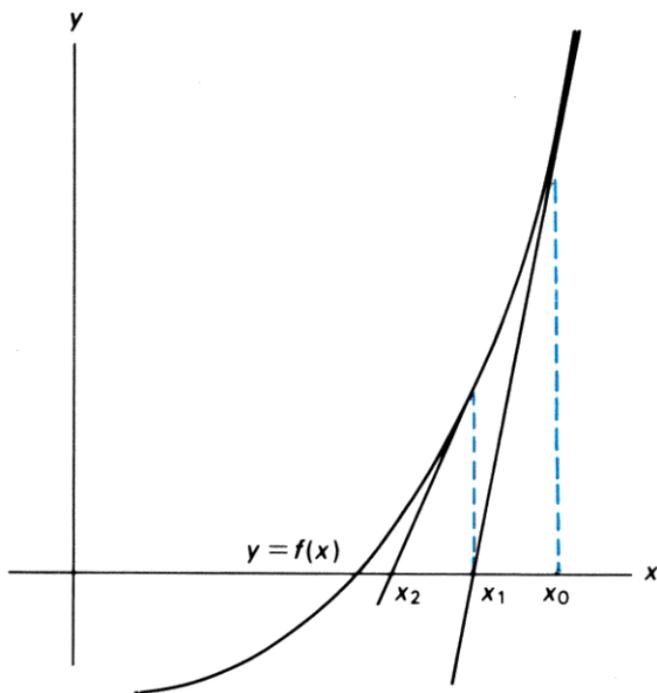
## Método de Newton (Solução de $f(x) = 0$ )

Um dos problemas mais comuns e frustrantes da álgebra é o cálculo da solução de uma equação do tipo

$$\ln x + 3x = 10.8074,$$

no qual  $x$  se recusa a migrar para um lado da equação e isolar-se; ou seja, a equação não possui uma solução algébrica simples. O programa abaixo usa o método de Newton para encontrar a solução de  $f(x) = 0$ , onde  $f(x)$  é especificada pelo usuário.

O usuário deve introduzir na memória de programação as instruções necessárias para definir e calcular  $f(x)$ , supondo que  $x$  esteja no registrador X. O programa tem 68 linhas de comprimento e usa os registradores 0 a 4. A memória restante e os demais registradores que estiverem disponíveis poderão ser empregados para a definição de  $f(x)$  pelo usuário. Além disso, o usuário deve fornecer ao programa uma estimativa inicial  $x_0$  da solução. Quanto mais próxima a estimativa inicial estiver da resposta, mais rápida será a convergência do programa para aquela resposta.



O programa irá parar quando uma das seguintes condições for satisfeita:

1. O contador do ciclo  $\leq$  limite do ciclo
2.  $|f(x)| \leq \text{tolerância} (\epsilon)$
3.  $|x_{\text{novo}} - x_{\text{velho}}| \leq \Delta x \text{ limite}$

O usuário poderá escolher os valores de  $\epsilon$  e  $\Delta x$ , caso contrário o programa usará valores pré-definidos.

**Equações:**

$$x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i)}{f'(x_i)}$$

Este programa calcula uma aproximação numérica da derivada  $f'(x)$  obtendo a seguinte equação:

$$x_{i+1} = x_i - \delta_i \frac{f(x_i)}{f(x_i + \delta_i) - f(x_i)} \text{ onde } \delta_i = 10^{-5} x_0.$$

**Observações:**

- O programa apresentará, ao seu final, o valor de  $x$  tal que  $f(x) = 0$ , o qual ficará armazenado em  $R_2$ .
- Se ocorrer uma divisão por 0 no cálculo de  $x_{i+1}$ , a mensagem **Error 3** será apresentada no visor. Se isso ocorrer, tente uma nova estimativa que seja próxima da última utilizada.
- Este programa também mantém um registro do número de iterações que são realizadas na tentativa de cálculo da raiz.  $R_1$  é inicializado com 50 (linhas 020, 021 e 022) e será apresentada a mensagem **Error 4** se o número de iterações alcançar tal valor. O usuário poderá alterar tal limite; basta eliminar as linhas 020 e 021 e introduzir o limite desejado.
- Se você quiser ver cada  $x_{i+1}$  ao ser calculado pelo método de Newton, introduza  $\boxed{f} \boxed{PSE}$  após a instrução  $\boxed{STO} 2$  (na linha 047, se não tiverem sido feitas outras alterações no programa).
- Se a tolerância for demasiadamente pequena, os erros de arredondamento, na calculadora, serão significativos e as raízes serão errôneas.

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
$\boxed{f}$ CLEAR $\boxed{PRGM}$	000-	$\boxed{GSB}$ $\boxed{C}$	029- 32 13
$\boxed{f}$ LBL $\boxed{A}$	001-42,21,11	$\boxed{STO}$ 2	030- 44 2
$\boxed{EEX}$	002- 26	$\boxed{RCL}$ 0	031- 45 0
$\boxed{CHS}$	003- 16	$\boxed{RCL}$ 1	032- 45 1
5	004- 5	$\boxed{+}$	033- 40
$\boxed{STO}$ 0	005- 44 0	$\boxed{GSB}$ $\boxed{C}$	034- 32 13
$\boxed{EEX}$	006- 26	$\boxed{RCL}$ 2	035- 45 2
$\boxed{CHS}$	007- 16	$\boxed{-}$	036- 30
8	008- 8	$\boxed{g}$ $\boxed{x=0}$	037- 43 40
$\boxed{STO}$ 3	009- 44 3	$\boxed{STO}$ $\boxed{.}$ 9	038- 44 .9
$\boxed{STO}$ 4	010- 44 4	$\boxed{RCL}$ 2	039- 45 2
$\boxed{R/S}$	011- 31	$\boxed{x \geq y}$	040- 34
$\boxed{STO}$ 3	012- 44 3	$\boxed{+}$	041- 10
$\boxed{R/S}$	013- 31	$\boxed{RCL}$ 0	042- 45 0
$\boxed{STO}$ 4	014- 44 4	$\boxed{x}$	043- 20
$\boxed{g}$ $\boxed{CLx}$	015- 43 35	$\boxed{CHS}$	044- 16
$\boxed{g}$ $\boxed{RTN}$	016- 43 32	$\boxed{RCL}$ 1	045- 45 1
$\boxed{f}$ LBL $\boxed{B}$	017-42,21,12	$\boxed{+}$	046- 40
$\boxed{STO}$ 2	018- 44 2	$\boxed{STO}$ 2	047- 44 2
$\boxed{STO}$ $\boxed{x}$ 0	019-44,20, 0	$\boxed{g}$ $\boxed{LSTx}$	048- 43 36
5	020- 5	$\boxed{-}$	049- 30
0	021- 0	$\boxed{STO}$ 0	050- 44 0
$\boxed{STO}$ 1	022- 44 25	$\boxed{f}$ $\boxed{DSE}$	051- 42 5
$\boxed{GSB}$ 1	023- 32 1	$\boxed{GTO}$ 2	052- 22 2
$\boxed{RCL}$ 2	024- 45 2	$\boxed{GSB}$ 9	053- 32 9
$\boxed{g}$ $\boxed{RTN}$	025- 43 32	$\boxed{f}$ $\boxed{LBL}$ 2	054-42,21, 2
$\boxed{f}$ $\boxed{LBL}$ 1	026-42,21, 1	$\boxed{RCL}$ 2	055- 45 2
$\boxed{RCL}$ 2	027- 45 2	$\boxed{GSB}$ $\boxed{C}$	056- 32 13
$\boxed{STO}$ 1	028- 44 1	$\boxed{g}$ $\boxed{ABS}$	057- 43 16

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
<b>RCL</b> 3	058- 45 3	<b>g</b> <b>ABS</b>	064- 43 16
<b>y</b> $\geq$ 1	059- 34	<b>f</b> <b>y</b> $\leq$ 1	065- 42 10
<b>f</b> <b>y</b> $>$ 1	060- 42 20	<b>g</b> <b>RTN</b>	066- 43 32
<b>GTO</b> 1	061- 22 1	<b>GTO</b> 1	067- 22 1
<b>RCL</b> 4	062- 45 4	<b>f</b> <b>LBL</b> <b>C</b>	068-42,21,13
<b>RCL</b> 0	063- 45 0		

REGISTROS			R <sub>i</sub> : Contador do ciclo
R <sub>0</sub> : $\delta_i$	R <sub>1</sub> : Temporário	R <sub>2</sub> : Temporário	R <sub>3</sub> : $\epsilon$
R <sub>4</sub> : $\Delta x$ limite	R <sub>5</sub> —R <sub>7</sub> : Não utilizado		

PASSO	INSTRUÇÕES	DADOS/UNIDADES	PRESSIONE	RESULTADOS/UNIDADES
1	Introduza o programa.			
2	Vá ao <b>LBL</b> <b>C</b> .		<b>GTO</b> <b>C</b>	
3	Ative o modo PRGM.		<b>g</b> <b>P/R</b>	068-42,21,13
4	Introduza a função a ser calculada.	$f(x)$		
5	Volte ao modo Run.		<b>g</b> <b>P/R</b>	
6	Ative o modo User.			
7	Inicialize as tolerâncias.		<b>A</b>	$10^{-8}$
8	Introduza $\epsilon$ (se desejar). Se você não desejar alterar o valor pré-definido de $\epsilon$ ( $10^{-8}$ ) mas desejar realizar o passo 9:	$\epsilon$	<b>R/S</b>	$\epsilon$
9	Introduza $\Delta x$ limite (se desejar)	$\Delta x$ limite	<b>R/S</b>	$\Delta x$ limite
10	Introduza a estimativa inicial e calcule a raiz.	$x_0$	<b>B</b>	$x_i$

PASSO	INSTRUÇÕES	DADOS/ UNIDADES	PRESSIONE	RESULTADOS/ UNIDADES
11	Para uma nova estimativa inicial, vá ao passo 10.			
12	Para uma nova tolerância vá ao passo 8.			
13	Para uma nova $f(x)$ , vá ao final do programa.		$\square$ RTN $\square$ BST	
	Ative o modo de programação e elimine as linhas anteriores até chegar a $\square$ LBL $\square$ C.		$\square$ P/R	
	Vá ao passo 4.		$\leftarrow$ ... $\rightarrow$	068-42,21,13

**Exemplo:** Calcule a maior raiz de

$$f(x) = x^4 - x - 1 = 0$$

com  $x_0 = 2$ .

**Pressione**

$\square$ GTO  $\square$ C

$\square$ P/R

$\square$ STO 5

6  $\square$  $y^x$

$\square$ RCL 5  $\square$ - 1  $\square$ -

$\square$ P/R

$\square$ FIX 9

Ative o modo User.

$\square$ A

2  $\square$ B

$\square$ C

**Visor**

068-42,21,12

075-      30

0.00000010

1.134724138

-0.00000004

Valor pré-definido de  $\epsilon$   
e  $\Delta x$ .

$x_i$

$f(x_i)$

## Integração Numérica por Pontos Discretos

Este programa realiza a integração numérica de uma função, conhecendo-se seus valores num número finito de pontos igualmente espaçados, (caso discreto). As integrais são aproximadas tanto pela regra do trapézio quanto pela regra de Simpson.

### Equações :

Sejam  $x_0, x_1 \dots x_n, n + 1$  pontos igualmente espaçados ( $x_j = x_0 + jh, j = 0, 1, 2, \dots n$ ) cujos valores correspondentes  $f(x_0), f(x_1) \dots f(x_n)$  da função  $f(x)$  sejam conhecidos.

A integral:  $\int_{x_0}^{x_n} f(x)dx$  pode ser aproximada usando-se

1. A regra do trapézio:

$$\int_{x_0}^{x_n} f(x)dx \sim \frac{h}{2} \left[ f(x_0) + 2 \left( \sum_{j=1}^{n-1} f(x_j) \right) + f(x_n) \right]$$

2. A regra de Simpson:

$$\int_{x_0}^{x_n} f(x)dx \sim \frac{h}{3} [f(x_0) + 4f(x_1) + 2f(x_2) + \dots + 4f(x_{n-3}) + 2f(x_{n-2}) + 4f(x_{n-1}) + f(x_n)]$$

Para aplicar a regra de Simpson,  $n$  deve ser par, caso contrário será obtida a mensagem Error 0.

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
f CLEAR PRGM	000-	STO 0	005- 44 0
f LBL A	001-42,21,11	STO 5	006- 44 5
STO 4	002- 44 4	0	007- 0
R/S	003- 31	STO 3	008- 44 3
f LBL B	004-42,21,12	f LBL 1	009-42,21, 1

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
$\boxed{R/S}$	010- 31	$\boxed{GSB}$ 3	035- 32 3
$\boxed{f} \boxed{LBL} \boxed{B}$	011-42,21,12	3	036- 3
$\boxed{STO}$ 1	012- 44 1	$\boxed{RCL}$ 5	037- 45 5
$\boxed{GSB}$ 2	013- 32 2	$\boxed{f} \boxed{LBL}$ 0	038-42,21, 0
$\boxed{ENTER}$	014- 36	$\boxed{RCL}$ 1	039- 45 1
$\boxed{+}$	015- 40	$\boxed{-}$	040- 30
$\boxed{STO} \boxed{+}$ 5	016-44,40, 5	$\boxed{RCL}$ 4	041- 45 4
1	017- 1	$\boxed{\times}$	042- 20
$\boxed{STO} \boxed{+}$ 3	018-44,40, 3	$\boxed{x \geq 1}$	043- 34
$\boxed{RCL}$ 3	019- 45 3	$\boxed{+}$	044- 10
$\boxed{R/S}$	020- 31	$\boxed{R/S}$	045- 31
$\boxed{f} \boxed{LBL} \boxed{B}$	021-42,21,12	$\boxed{f} \boxed{LBL}$ 2	046-42,21, 2
$\boxed{STO}$ 1	022- 44 1	$\boxed{ENTER}$	047- 36
$\boxed{GSB}$ 2	023- 32 2	$\boxed{+}$	048- 40
$\boxed{STO} \boxed{+}$ 5	024-44,40, 5	$\boxed{STO} \boxed{+}$ 0	049-44,40, 0
1	025- 1	$\boxed{g} \boxed{RTN}$	050- 43 32
$\boxed{STO} \boxed{+}$ 3	026-44,40, 3	$\boxed{f} \boxed{LBL}$ 3	051-42,21, 3
$\boxed{RCL}$ 3	027- 45 3	2	052- 2
$\boxed{GTO}$ 1	028- 22 1	$\boxed{+}$	053- 10
$\boxed{f} \boxed{LBL} \boxed{C}$	029-42,21,13	$\boxed{f} \boxed{FRAC}$	054- 42 44
2	030- 2	$\boxed{g} \boxed{x=0}$	055- 43 40
$\boxed{RCL}$ 0	031- 45 0	$\boxed{g} \boxed{RTN}$	056- 43 32
$\boxed{GTO}$ 0	032- 22 0	0	057- 0
$\boxed{f} \boxed{LBL} \boxed{D}$	033-42,21,14	$\boxed{+}$	058- 10
$\boxed{RCL}$ 3	034- 45 3	$\boxed{g} \boxed{RTN}$	059- 43 32

REGISTRADORES			$R_1$ : Não utilizado
$R_0$ : Utilizado	$R_1: f(x_i), a$	$R_2: b$	$R_3: n$
$R_4: h$	$R_5$ : Utilizado	$R_6 - R_9$ : Não utilizados	

PASSO	INSTRUÇÕES	DADOS/ UNIDADES	PRESSIONE	RESULTADOS/ UNIDADES
1	Introduza o programa.			
2	Ative o modo User.			
3	Introduza o intervalo entre os valores de $x$ .	$h$	<b>A</b>	$h$
4	Introduza o valor da função em $x_j$ , para $j = 0, 1, \dots, n$ .	$f(x_j)$	<b>B</b>	$j$
5	Calcule a integral pela regra do trapézio. OU, pela regra de Simpson ( $n$ deve ser par)		<b>C</b>   <b>D</b>	$\int p/Trap.$   $\int p/Simp.$
6	Para um novo caso, vá ao passo 3.			

**Exemplo:** Dados na tabela abaixo os valores de  $f(x_j)$  para  $j = 0, 1, \dots, 8$ , calcule a aproximação da integral.

$$\int_0^2 f(x) dx$$

usando a regra do trapézio e a de Simpson. O valor de  $h$  é 0.25.

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$x_i$	0	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75	2
$f(x_i)$	2	2.8	3.8	5.2	7	9.2	12.1	15.6	20

**Pressione**

**f** **FIX** **2**

Ative o modo User

**.25** **A**

**2** **B**

**2.8** **B**

**Visor**

**0.25**

**0.00**

**1.00**

Pressione	Visor
3.8 <b>[B]</b>	2.00
5.2 <b>[B]</b>	3.00
7 <b>[B]</b>	4.00
9.2 <b>[B]</b>	5.00
12.1 <b>[B]</b>	6.00
15.6 <b>[B]</b>	7.00
20 <b>[B]</b>	8.00
<b>[C]</b>	16.68
<b>[D]</b>	16.56

Pela regra do trapézio.

Pela regra de Simpson.

## Ajuste de Curvas

A sua calculadora HP está equipada com uma poderosa função interna, a regressão linear, **[L.R.]**, que ajusta dados a uma reta de maneira rápida e conveniente. (Veja à página 64).

Este recurso é aqui utilizado num programa para ajustar dados a outros tipos de curvas:

1. Curvas exponenciais;  $y = ae^{bx}$  ( $a > 0$ )
2. Curvas logarítmicas;  $y = a + b \ln x$
3. Curvas de potência;  $y = ax^b$  ( $a > 0$ )

as quais podem ser transformadas à forma linear geral  $Y = A + bX$ .

Os coeficientes  $a$  e  $b$  da regressão são calculados através da resolução do seguinte sistema de equações lineares:

$$\begin{bmatrix} n & \sum X_i \\ \sum X_i & \sum X_i^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum Y_i \\ \sum (Y_i X_i) \end{bmatrix}$$

As relações entre as variáveis podem ser assim definidas:

Regressão	A	$X_i$	$Y_i$	Código
Exponencial	$\ln a$	$x_i$	$\ln y_i$	1
Logarítmica	$a$	$\ln x_i$	$y_i$	2
de Potência	$\ln a$	$\ln x_i$	$\ln y_i$	3

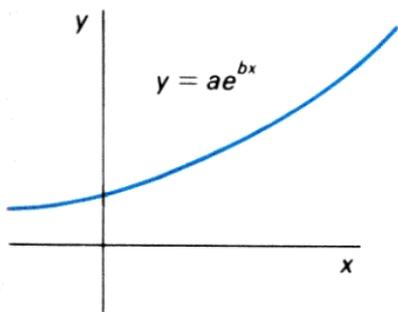
O coeficiente de determinação é o seguinte:

$$r^2 = \frac{A \sum Y_i + b \sum X_i Y_i - \frac{1}{n} (\sum Y_i)^2}{\sum(Y_i^2) - \frac{1}{n} (\sum Y_i)^2}$$

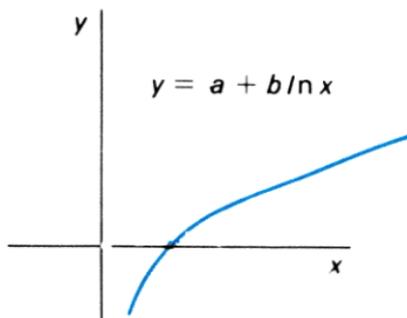
O tipo do ajuste de curva a ser executado é determinado antes da introdução dos dados, fornecendo-se um código numérico.

O coeficiente de determinação indica a perfeição do ajuste realizado pela regressão. Valores de  $r^2$  próximos de 1.00 indicam um melhor ajuste do que valores de  $r^2$  próximos de zero. Os coeficientes  $a$  e  $b$  da regressão definem a curva gerada, de acordo com as equações mencionadas no início desta discussão.

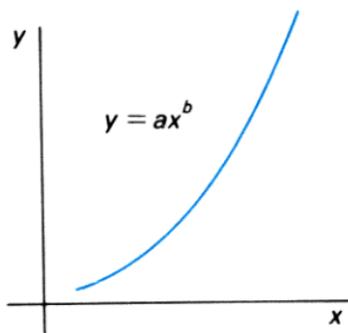
Ajuste com Curva Exponencial  
Código = 1



Ajuste com Curva Logarítmica  
Código = 2



Ajuste com Curva de Potência  
Código = 3



### Observações:

- O programa aplica o método dos mínimos quadrados tanto às equações originais (curva logarítmica) como às equações transformadas (curvas exponencial e de potência).
- Valores de  $x_i$  negativos e nulos causarão um erro de máquina nos ajustes com curvas logarítmicas. Valores de  $y_i$  negativos e nulos causarão um erro de máquina nos ajustes com curvas exponenciais. No ajuste com curvas de potência, tanto  $x_i$  como  $y_i$  devem ser valores positivos.
- À medida que as diferenças entre os valores de  $x$  e/ou  $y$  diminuírem, menor será a precisão dos coeficientes da regressão.
- Durante a execução do programa, todos os registradores de armazenamento são apagados. Quaisquer outros dados que estiverem armazenados em registradores adicionais, serão, portanto, destruídos.

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
$\boxed{f}$ CLEAR $\boxed{\text{PRGM}}$	000-	6	006- 6
$\boxed{f}$ LBL $\boxed{\text{A}}$	001-42,21,11	$\boxed{+}$	007- 40
$\boxed{f}$ CLEAR $\boxed{\text{REG}}$	002- 42 34	$\boxed{\text{STO}}$ $\boxed{\text{I}}$	008- 44 25
$\boxed{f}$ $\boxed{\text{FIX}}$ 2	003-42, 7, 2	$\boxed{\text{R}}$ $\boxed{\downarrow}$	009- 33
$\boxed{\text{ENTER}}$	004- 36	$\boxed{\text{g}}$ $\boxed{\text{SF}}$ 0	010-43, 4, 0
$\boxed{\text{ENTER}}$	005- 36	$\boxed{\text{g}}$ $\boxed{\text{SF}}$ 1	011-43, 4, 1

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
$\boxed{\text{GTO}} \boxed{1}$	012- 22 25	$\boxed{g} \boxed{\Sigma^-}$	036- 43 49
$\boxed{f} \boxed{\text{LBL}} \boxed{7}$	013-42,21, 7	$\boxed{\text{GTO}} \boxed{9}$	037- 22 9
$\boxed{g} \boxed{\text{CF}} \boxed{1}$	014-43, 5, 1	$\boxed{f} \boxed{\text{LBL}} \boxed{B}$	038-42,21,12
$\boxed{\text{GTO}} \boxed{9}$	015- 22 9	$\boxed{f} \boxed{\text{LR}}$	039- 42 49
$\boxed{f} \boxed{\text{LBL}} \boxed{8}$	016-42,21, 8	$\boxed{g} \boxed{\text{F?}} \boxed{0}$	040-43, 6, 0
$\boxed{g} \boxed{\text{CF}} \boxed{0}$	017-43, 5, 0	$\boxed{e^x}$	041- 12
$\boxed{f} \boxed{\text{LBL}} \boxed{9}$	018-42,21, 9	$\boxed{\text{R/S}}$	042- 31
$\boxed{\text{R/S}}$	019- 31	$\boxed{\vee \geq 1}$	043- 34
$\boxed{g} \boxed{\text{F?}} \boxed{0}$	020-43, 6, 0	$\boxed{\text{R/S}}$	044- 31
$\boxed{g} \boxed{\text{LN}}$	021- 43 12	$\boxed{f} \boxed{i_r}$	045- 42 48
$\boxed{\vee \geq 1}$	022- 34	$\boxed{\vee \geq 1}$	046- 34
$\boxed{g} \boxed{\text{F?}} \boxed{1}$	023-43, 6, 1	$\boxed{g} \boxed{\vee^2}$	047- 43 11
$\boxed{g} \boxed{\text{LN}}$	024- 43 12	$\boxed{g} \boxed{\text{RTN}}$	048- 43 32
$\boxed{\text{RCL}} \boxed{6}$	025- 45 6	$\boxed{f} \boxed{\text{LBL}} \boxed{D}$	049-42,21,14
$\boxed{g} \boxed{\vee \neq 0}$	026- 43 30	1	050- 1
$\boxed{\text{GTO}} \boxed{6}$	027- 22 6	$\boxed{\text{STO}} \boxed{6}$	051- 44 6
$\boxed{\text{R}\downarrow}$	028- 33	$\boxed{\text{GTO}} \boxed{9}$	052- 22 9
$\boxed{\Sigma^+}$	029- 49	$\boxed{f} \boxed{\text{LBL}} \boxed{C}$	053-42,21,13
$\boxed{\text{GTO}} \boxed{9}$	030- 22 9	$\boxed{g} \boxed{\text{F?}} \boxed{1}$	054-43, 6, 1
$\boxed{f} \boxed{\text{LBL}} \boxed{6}$	031-42,21, 6	$\boxed{g} \boxed{\text{LN}}$	055- 43 12
$\boxed{\text{R}\downarrow}$	032- 33	$\boxed{f} \boxed{i_r}$	056- 42 48
0	033- 0	$\boxed{g} \boxed{\text{F?}} \boxed{0}$	057-43, 6, 0
$\boxed{\text{STO}} \boxed{6}$	034- 44 6	$\boxed{e^x}$	058- 12
$\boxed{\text{R}\downarrow}$	035- 33		

REGISTRADORES			R <sub>1</sub> : Código
R <sub>0</sub> : i	R <sub>1</sub> : $\Sigma x_i$	R <sub>2</sub> : $\Sigma x_i^2$	R <sub>3</sub> : $\Sigma y_i$
R <sub>4</sub> : $\Sigma y_i^2$	R <sub>5</sub> : $\Sigma x_i y_i$	R <sub>6</sub> : 1 or 0	R <sub>7</sub> —R <sub>9</sub> : Não utilizados

PASSO	INSTRUÇÕES	DADOS/ UNIDADES	PRESSIONE	RESULTADOS/ UNIDADES
1	Introduza o programa.			
2	Ative o modo User.			
3	Escolha o tipo de ajuste de curva:			
	Exponencial	1	<input type="button" value="A"/>	1.00
	Logarítmica	2	<input type="button" value="A"/>	2.00
	de Potência	3	<input type="button" value="A"/>	3.00
4	Introduza os valores de $x_i$ e $y_i$ ,	$x_i$	<input type="button" value="ENTER"/>	
		$y_i$	<input type="button" value="R/S"/>	$i$
	(Repita o passo 4, para todos os pares de dados).			
5	Calcule os coeficientes da		<input type="button" value="B"/>	$a$
	regressão		<input type="button" value="R/S"/>	$b$
	e o coeficiente da determinação.		<input type="button" value="R/S"/>	$r^2$
6	Faça a projecção de um novo $\hat{y}$ para um dado valor de $x$ .	$x$	<input type="button" value="C"/>	$\hat{y}$
	(Repita o passo 6 para todos os valores de $x$ que sejam de interesse)			
7	Supressão de Erros:			
	Uma introdução errônea no passo 4 por ser corrigida pressionando-se <input type="button" value="D"/>	$x_{err}$	<input type="button" value="ENTER"/>	
	e reintroduzindo-se os dados errados.	$y_{err}$	<input type="button" value="R/S"/>	$i - 1$
	À seguir retorne ao passo 4 e introduza os dados corretos.			

**Exemplo 1:**

(Exponencial, Código = 1)

$x_i$	0.72	1.31	1.95	2.58	3.14
$y_i$	2.16	1.61	1.16	0.85	0.5

**Solução:**

$$a = 3.45, \quad b = -0.58$$

$$y = 3.45 e^{-0.58x}$$

$$r^2 = 0.98$$

**Pressione****Visor**

Ative o modo User.

1 **A** 1.00.72 **ENTER** 2.16 **R/S**1.31 **ENTER** 1.61 **R/S**1.95 **ENTER** 1.16 **R/S**2.58 **ENTER** .85 **R/S**3.14 **ENTER** .5 **R/S****B** 3.45  $a$ **R/S** -0.58  $b$ **R/S** 0.98  $r^2$ 1.5 **C** 1.44  $\hat{y}$ **Exemplo 2:**

(Logarítmica, Código = 2)

$x_i$	3	4	6	10	12
$y_i$	1.5	9.3	23.4	45.8	60.1

**Solução**

$$a = -47.02, \quad b = 41.39$$

$$y = 47.02 + 41.39 \ln x$$

$$r^2 = 0.98$$

$$\text{Para } x = 8, \quad \hat{y} = 39.06$$

$$\text{Para } x = 14.5, \quad \hat{y} = 63.67$$

**Pressione****Visor**2 **A** 2.003 **ENTER** 1.5 **R/S**4 **ENTER** 9.3 **R/S**6 **ENTER** 23.4 **R/S**

Pressione

Visor

10	<b>ENTER</b>	45.8	<b>R/S</b>		
12	<b>ENTER</b>	60.1	<b>R/S</b>		
<b>B</b>				<b>-47.02</b>	$a$
<b>R/S</b>				<b>41.39</b>	$b$
<b>R/S</b>				<b>0.98</b>	$r^2$
8	<b>C</b>			<b>39.06</b>	$\hat{y}$
14.5	<b>C</b>			<b>63.67</b>	$\hat{y}$

**Exemplo 3:**

(de Potência, Código = 3)

$x_i$	1.3	2.6	4	5.4	7.1
$y_i$	3.74	6.15	7.21	8.03	8.84

**Solução:**

$$a = 3.49, b = 0.50$$

$$y = 3.49x^{0.50}$$

$$r^2 = 0.97$$

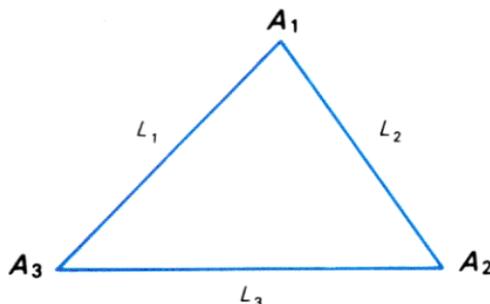
Pressione

Visor

3	<b>A</b>			<b>3.00</b>	
1.3	<b>ENTER</b>	3.74	<b>R/S</b>		
2.6	<b>ENTER</b>	6.15	<b>R/S</b>		
4	<b>ENTER</b>	7.21	<b>R/S</b>		
5.4	<b>ENTER</b>	8.03	<b>R/S</b>		
7.1	<b>ENTER</b>	8.84	<b>R/S</b>		
<b>B</b>				<b>3.49</b>	$a$
<b>R/S</b>				<b>0.50</b>	$b$
<b>R/S</b>				<b>0.97</b>	$r^2$

## Resolução de Triângulos

Este programa pode ser usado para se achar os lados, os ângulos e a área de um triângulo plano.



Em geral, a especificação de quaisquer 3 dos 6 parâmetros de um triângulo (3 lados, 3 ângulos) é suficiente para se definir um triângulo. (A exceção é que 3 ângulos são insuficientes para se definir um triângulo). Existem assim 5 casos possíveis que este programa solucionará: 2 lados e o ângulo incluído (LAL), 2 ângulos e o lado incluído (ALA), 2 lados e o ângulo adjacente (LLA - um caso ambíguo), 2 ângulos e o lado adjacente (AAL) e 3 lados (LLL).

Se os 3 dados forem escolhidos percorrendo-se o triângulo no sentido horário, os resultados também serão obtidos nessa ordem.

### Observações:

- Qualquer modo angular pode ser usado (DEG, RAD ou GRAD). Certifique-se de que o modo angular da calculadora coincida com o dos seus dados.
- Note que o triângulo descrito pelo programa não está de acordo com a notação padrão de triângulos, isto é,  $A_1$  não é o ângulo oposto a  $L_1$ .
- Os ângulos devem ser fornecidos como decimais.  $\boxed{g}$   $\boxed{\rightarrow H}$  poderá ser utilizada para converter graus, minutos e segundos em graus decimais.
- Para triângulos contendo ângulos extremamente pequenos, a precisão da solução poderá se degenerar.

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
$\boxed{f}$ CLEAR $\boxed{PRGM}$	000-	$\boxed{RCL}$ 2	029- 45 2
$\boxed{f}$ LBL $\boxed{A}$	001-42,21,11	$\boxed{RCL}$ 6	030- 45 6
$\boxed{STO}$ 5	002- 44 5	$\boxed{+}$	031-- 40
$\boxed{R\downarrow}$	003- 33	$\boxed{SIN}$	032- 23
$\boxed{STO}$ 3	004- 44 3	$\boxed{+}$	033- 10
$\boxed{R\downarrow}$	005- 33	$\boxed{RCL}$ 1	034- 45 1
$\boxed{STO}$ 1	006- 44 1	$\boxed{\times}$	035- 20
$\boxed{RCL}$ 3	007- 45 3	$\boxed{STO}$ 3	036- 44 3
$\boxed{g}$ $\boxed{\rightarrow P}$	008- 43 26	$\boxed{GTO}$ 0	037- 22 0
$\boxed{g}$ $\boxed{x^2}$	009- 43 11	$\boxed{f}$ LBL $\boxed{C}$	038-42,21,13
$\boxed{RCL}$ 5	010- 45 5	$\boxed{STO}$ 4	039- 44 4
$\boxed{g}$ $\boxed{x^2}$	011- 43 11	$\boxed{R\downarrow}$	040- 33
$\boxed{-}$	012- 30	$\boxed{STO}$ 2	041- 44 2
$\boxed{RCL}$ 1	013- 45 1	$\boxed{R\downarrow}$	042- 33
$\boxed{RCL}$ 3	014- 45 3	$\boxed{STO}$ 1	043- 44 1
$\boxed{\times}$	015- 20	$\boxed{RCL}$ 4	044- 45 4
2	016- 2	$\boxed{RCL}$ 2	045- 45 2
$\boxed{\times}$	017- 20	$\boxed{+}$	046- 40
$\boxed{+}$	018- 10	$\boxed{SIN}$	047- 23
$\boxed{g}$ $\boxed{COS^{-1}}$	019- 43 24	$\boxed{RCL}$ 4	048- 45 4
$\boxed{STO}$ 2	020- 44 2	$\boxed{SIN}$	049- 23
$\boxed{GTO}$ 0	021- 22 0	$\boxed{+}$	050- 10
$\boxed{f}$ LBL $\boxed{B}$	022-42,21,12	$\boxed{RCL}$ 1	051- 45 1
$\boxed{STO}$ 2	023- 44 2	$\boxed{\times}$	052- 20
$\boxed{R\downarrow}$	024- 33	$\boxed{STO}$ 3	053- 44 3
$\boxed{STO}$ 1	025- 44 1	$\boxed{GTO}$ 0	054- 22 0
$\boxed{R\downarrow}$	026- 33	$\boxed{f}$ LBL $\boxed{E}$	055-42,21,15
$\boxed{STO}$ 6	027- 44 6	$\boxed{STO}$ 4	056- 44 4
$\boxed{SIN}$	028- 23	$\boxed{R\downarrow}$	057- 33

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
[STO] 3	058- 44 3	f [LBL] D	087-42,21,14
[R↓]	059- 33	[STO] 3	088- 44 3
[STO] 1	060- 44 1	[R↓]	089- 33
[RCL] 3	061- 45 3	[STO] 2	090- 44 2
[RCL] 4	062- 45 4	[R↓]	091- 33
[SIN]	063- 23	[STO] 1	092- 44 1
[RCL] 1	064- 45 1	f [LBL] 0	093-42,21, 0
[-]	065- 10	[RCL] 2	094- 45 2
[x]	066- 20	[RCL] 1	095- 45 1
[g] [SIN]	067- 43 23	f [↔R]	096- 42 26
[RCL] 4	068- 45 4	[RCL] 3	097- 45 3
[+]	069- 40	[ $x \geq 1$ ]	098- 34
[GSB] 9	070- 32 9	[-]	099- 30
[STO] 2	071- 44 2	[g] [↔P]	100- 43 26
[GSB] 0	072- 32 0	[STO] 5	101- 44 5
[RCL] 1	073- 45 1	[ $x \geq 1$ ]	102- 34
[RCL] 3	074- 45 3	[STO] 4	103- 44 4
f [ $x \leq 1$ ]	075- 42 10	[RCL] 2	104- 45 2
[GTO] 8	076- 22 8	[+]	105- 40
2	077- 2	[GSB] 9	106- 32 9
[R/S]	078- 31	[STO] 6	107- 44 6
[RCL] 6	079- 45 6	[SIN]	108- 23
[GSB] 9	080- 32 9	[x]	109- 20
[STO] 6	081- 44 6	[RCL] 1	110- 45 1
[RCL] 4	082- 45 4	[x]	111- 20
[+]	083- 40	2	112- 2
[GSB] 9	084- 32 9	[+]	113- 10
[STO] 2	085- 44 2	[STO] 0	114- 44 0
[GTO] 0	086- 22 0	[GTO] 1	115- 22 1

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
$\boxed{g}$ $\boxed{RTN}$	116- 43 32	6	126- 6
$\boxed{f}$ $\boxed{LBL}$ 9	117-42,21, 9	$\boxed{STO}$ $\boxed{1}$	127- 44 25
$\boxed{COS}$	118- 24	$\boxed{f}$ $\boxed{LBL}$ 2	128-42,21, 2
$\boxed{CHS}$	119- 16	$\boxed{RCL}$ $\boxed{(1)}$	129- 45 24
$\boxed{g}$ $\boxed{COS}^*$	120- 43 24	$\boxed{R/S}$	130- 31
$\boxed{g}$ $\boxed{RTN}$	121- 43 32	$\boxed{f}$ $\boxed{ISG}$	131- 42 6
$\boxed{f}$ $\boxed{LBL}$ 1	122-42,21, 1	$\boxed{GTO}$ 2	132- 22 2
$\boxed{\cdot}$	123- 48	$\boxed{f}$ $\boxed{LBL}$ 8	133-42,21, 8
0	124- 0	$\boxed{g}$ $\boxed{CLV}$	134- 43 35
0	125- 0		

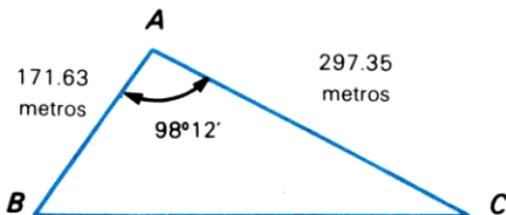
REGISTRADORES			$R_1$ : Índice
$R_0$ : Área	$R_1$ : $L_1$	$R_2$ : $A_1$	$R_3$ : $L_2$
$R_4$ : $A_2$	$R_5$ : $L_3$	$R_6$ : $A_3$	$R_7$ — $R_8$ : Não utilizados

PASSO	INSTRUÇÕES	DADOS/ UNIDADES	PRESSIONE	RESULTADOS/ UNIDADES
1	Introduza o programa.			
2	Ative o modo User.			
3	Ative o modo angular desejado			
	[DEG, RAD ou GRAD]			

PASSO	INSTRUÇÕES	DADOS/ UNIDADES	PRESSIONE	RESULTADOS/ UNIDADES
4	<b>LLL [3 lados]</b>			
	Introduza:			
	Lado 1	$L_1$	ENTER	
	Lado 2	$L_2$	ENTER	
	Lado 3	$L_3$	A	Área
5	<b>ALA [2 ângulos e o lado incluído]</b>			
	Introduza:			
	Ângulo 3	$A_3$	ENTER	
	Lado 1	$L_1$	ENTER	
	Ângulo 1	$A_1$	B	Área
	Vá ao passo 9.			
6	<b>LAA [2 ângulos e o lado adjacente]</b>			
	Introduza:			
	Lado 1	$L_1$	ENTER	
	Ângulo 1	$A_1$	ENTER	
	Ângulo 2	$A_2$	C	Área
	Vá ao passo 9.			
7	<b>LAL [2 lados e o ângulo incluído]</b>			
	Introduza:			
	Lado 1	$L_1$	ENTER	
	Ângulo 2	$A_1$	ENTER	
	Lado 2	$A_2$	D	Área
	Vá ao passo 9.			
8	<b>LLA (2 lados e o ângulo adjacente)</b>			
	Introduza:			
	Lado 1	$L_1$	ENTER	
	Lado 2	$L_2$	ENTER	

PASSO	INSTRUÇÕES	DADOS/ UNIDADES	PRESSIONE	RESULTADOS/ UNIDADES
	Ângulo 2	$A_2$	$\boxed{E}$	Área
9	Dimensões:			
	Para determinar os lados e ângulos			
	restantes:		$\boxed{R/S}$	$L_1$
			$\boxed{R/S}$	$A_1$
			$\boxed{R/S}$	$L_2$
			$\boxed{R/S}$	$A_2$
			$\boxed{R/S}$	$L_3$
			$\boxed{R/S}$	$A_3$
9a	Se não existir uma solução			
	alternativa:		$\boxed{R/S}$	0
9b	Se for possível um 2º triângulo:		$\boxed{R/S}$	2
			$\boxed{R/S}$	Área
			$\boxed{R/S}$	$L_1$
			$\boxed{R/S}$	$A_1$
			$\boxed{R/S}$	$L_2$
			$\boxed{R/S}$	$A_2$
			$\boxed{R/S}$	$L_3$
			$\boxed{R/S}$	$A_3$

**Exemplo 1:** Um topógrafo deseja calcular a área e as dimensões de um terreno triangular. Usando um teodolito eletrônico, postado no ponto A, ele determina as distâncias para B e C em metros. O ângulo entre AB e AC também é determinado. Calcule a área e as demais dimensões do triângulo.



Este é um caso LAL onde:

$$L_1 = 171.63, \quad A_1 = 98^\circ 12' \quad \text{e} \quad L_2 = 297.35.$$

**Pressione**

**g** **DEG**

**f** **FIX** **2**

Ative o modo User

**171.63** **ENTER**

**98.12** **g** **↔H**

**297.35** **D**

**R/S**

**R/S**

**R/S**

**R/S**

**R/S**

**R/S**

**Visor**

**171.63**

**98.20**

**25,256.21**

**171.63**

**98.20**

**297.35**

**27.83**

**363.91**

**53.97**

Área

$L_1$

$A_1$

$L_2$

$A_2$

$L_3$

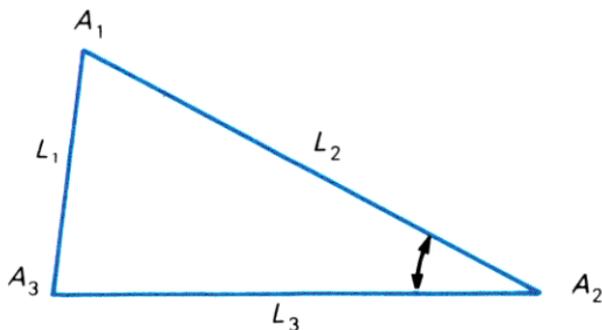
$A_3$

**Exemplo 2:** Dados 2 lados e um ângulo não incluído, resolva o triângulo abaixo:

Lado 1 = 25.6

Lado 2 = 32.8

Ângulo 2 = 42,3°



Pressione	Visor	
25.6 <b>ENTER</b>	25.60	
32.8 <b>ENTER</b>	32.80	
42.3 <b>E</b>	410.85	Área.
<b>R/S</b>	25.60	$L_1$
<b>R/S</b>	78.12	$A_1$
<b>R/S</b>	32.80	$L_2$
<b>R/S</b>	42.30	$A_2$
<b>R/S</b>	37.22	$L_3$
<b>R/S</b>	59.58	$A_3$
<b>R/S</b>	2.00	Segunda solução.
<b>R/S</b>	124.68	Área.
<b>R/S</b>	25.60	$L_1$
<b>R/S</b>	17.28	$A_1$
<b>R/S</b>	32.80	$L_2$
<b>R/S</b>	42.30	$A_2$
<b>R/S</b>	11.30	$L_3$
<b>R/S</b>	120.42	$A_3$

## Estatísticas da Distribuição t (de Student)

### Estatísticas t de Pares de Observações

Dado um conjunto de pares de observações de duas populações normais de médias  $\mu_1, \mu_2$  (desconhecidas).

$x_i$	$x_1$	$x_2 \dots x_n$
$y_i$	$y_1$	$y_2 \dots y_n$

seja

$$D_i = x_i - y_i$$

$$\bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i$$

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum D_i^2 - \frac{1}{n} (\sum D_i)^2}{n-1}}$$

A estatística de teste

$$t = \frac{\bar{D}}{s_D} \sqrt{n}$$

que tem  $n - 1$  graus de liberdade (*gl*), pode ser usada para testar a hipótese nula  $H_0: \mu_1 = \mu_2$ .

### Estatísticas t para Duas Médias

Suponha que  $\{x_1, x_2, \dots, x_{n_1}\}$  e  $\{y_1, y_2, \dots, y_{n_2}\}$  sejam duas amostras aleatórias independentes de duas populações normais de médias  $\mu_1$  e  $\mu_2$  (desconhecidas) e com a mesma variância  $\sigma^2$  (também desconhecida).

Desejamos testar a hipótese nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = d$ .

$$\bar{x} = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} x_i$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} y_i$$

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y} - d}{\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - n_1 \bar{x}^2 + \sum y_i^2 - n_2 \bar{y}^2}{n_1 + n_2 - 2}}}$$

Podemos usar esta estatística (que tem distribuição t) de Student com  $n_1 + n_2 - 2$  graus de liberdade (*gl*) para testar a hipótese nula  $H_0$ .

#### Referências:

- Statistics in Research, B. Ostle, Iowa State University Press, 1963.
- Statistical Theory and Methodology in Science and Engineering, K.A. Brownlee, John Wiley and Sons, 1965.

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
$\boxed{f}$ CLEAR $\boxed{\text{PRGM}}$	000-	$\boxed{\text{STO}}$ $\cdot$ 2	029- 44 .2
$\boxed{f}$ LBL $\boxed{A}$	001-42,21,11	$\boxed{\text{RCL}}$ 0	030- 45 0
$\boxed{-}$	002- 30	$\boxed{\text{STO}}$ $\cdot$ 0	031- 44 .0
$\boxed{\Sigma+}$	003- 49	0	032- 0
$\boxed{\text{R/S}}$	004- 31	$\boxed{f}$ CLEAR $\boxed{\Sigma}$	033- 42 32
$\boxed{f}$ LBL $\boxed{C}$	005-42,21,13	$\boxed{\text{R/S}}$	034- 31
$\boxed{g}$ $\boxed{\bar{x}}$	006- 43 0	$\boxed{f}$ LBL $\boxed{D}$	035-42,21,14
$\boxed{\text{STO}}$ 6	007- 44 6	$\boxed{\text{STO}}$ 6	036- 44 6
$\boxed{\text{R/S}}$	008- 31	$\boxed{\text{RCL}}$ $\cdot$ 1	037- 45 .1
$\boxed{g}$ $\boxed{s}$	009- 43 48	$\boxed{\text{RCL}}$ $\cdot$ 2	038- 45 .2
$\boxed{\text{R/S}}$	010- 31	$\boxed{\text{STO}}$ 4	039- 44 4
$\boxed{\text{RCL}}$ 6	011- 45 6	$\boxed{y \geq x}$	040- 34
$\boxed{\text{RCL}}$ 0	012- 45 0	$\boxed{\text{STO}}$ 3	041- 44 3
$\boxed{\sqrt{x}}$	013- 11	$\boxed{g}$ $\boxed{\bar{x}}$	042- 43 0
$\boxed{x}$	014- 20	$\boxed{\text{STO}}$ 8	043- 44 8
$\boxed{y \geq x}$	015- 34	$\boxed{y \geq x}$	044- 34
$\boxed{\pm}$	016- 10	$\boxed{\text{RCL}}$ 0	045- 45 0
$\boxed{\text{R/S}}$	017- 31	$\boxed{x}$	046- 20
$\boxed{\text{RCL}}$ 0	018- 45 0	$\boxed{\text{RCL}}$ $\cdot$ 0	047- 45 .0
1	019- 1	$\boxed{+}$	048- 10
$\boxed{-}$	020- 30	$\boxed{\text{STO}}$ 7	049- 44 7
$\boxed{\text{R/S}}$	021- 31	$\boxed{y \geq x}$	050- 34
$\boxed{\text{GTO}}$ $\boxed{C}$	022- 22 13	$\boxed{-}$	051- 30
$\boxed{f}$ LBL $\boxed{B}$	023-42,21,12	$\boxed{\text{RCL}}$ 6	052- 45 6
$\boxed{\Sigma+}$	024- 49	$\boxed{-}$	053- 30
$\boxed{\text{R/S}}$	025- 31	$\boxed{\text{RCL}}$ 4	054- 45 4
$\boxed{\text{RCL}}$ 1	026- 45 1	$\boxed{\text{RCL}}$ 3	055- 45 3
$\boxed{\text{STO}}$ $\cdot$ 1	027- 44 .1	$\boxed{\text{RCL}}$ 7	056- 45 7
$\boxed{\text{RCL}}$ 2	028- 45 2	$\boxed{x}$	057- 20

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
$\square$	058- 30	$\sqrt{y}$	072- 11
RCL 2	059- 45 2	RCL 0	073- 45 0
$\square$	060- 40	$1/x$	074- 15
RCL 1	061- 45 1	RCL $\square$ 0	075- 45 .0
RCL 8	062- 45 8	$1/x$	076- 15
$\times$	063- 20	$\square$	077- 40
$\square$	064- 30	$\sqrt{y}$	078- 11
RCL 0	065- 45 0	$\times$	079- 20
RCL $\square$ 0	066- 45 .0	$\square$	080- 10
$\square$	067- 40	R/S	081- 31
2	068- 2	RCL 9	082- 45 9
$\square$	069- 30	R/S	083- 31
STO 9	070- 44 9	RCL 6	084- 45 6
$\square$	071- 10	GTO $\square$	085- 22 14

REGISTRADORES			R <sub>1</sub> : Não utilizado
R <sub>0</sub> : $d$	R <sub>1</sub> : $x$	R <sub>2</sub> : $y$	R <sub>3</sub> : $g$
R <sub>4</sub> : $\Sigma x, \Sigma y$	R <sub>5</sub> : $\Sigma x^2, \Sigma y^2$	R <sub>6</sub> : $\Sigma y \Sigma x$	R <sub>7</sub> : $\Sigma y^2, \Sigma x^2$
R <sub>8</sub> : $\Sigma xy$	R <sub>9</sub> : $n_1, n_2$	R <sub>0</sub> : $n_1$	R <sub>1</sub> : $\Sigma x$
R <sub>2</sub> : $\Sigma x^2$	R <sub>3</sub> —R <sub>6</sub> : Não utilizados		

PASSO	INSTRUÇÕES	DADOS/ UNIDADES	PRESSIONE	RESULTADOS/ UNIDADES
	Estatísticas t de pares de observações			
1	Introduza o programa.			
2	Inicialize o programa.		$\square$ CLEAR $\square$ REG	
3	Ative o modo User.			
	Repita os passos 4 a 5 para $i=1,2,\dots,n$			

PASSO	INSTRUÇÕES	DADOS/ UNIDADES	PRESSIONE	RESULTADOS/ UNIDADES
4	Introduza			
	$x_i$	$x_i$	ENTER	
	$y_i$	$y_i$	A	$i$
5	(Opcional) Para corrigir um dado $x_k$			
	ou $y_k$ errado:	$x_k$	ENTER	
		$y_k$	- 0 Σ-	$k-1$
6	Para calcular a estatística de teste:			
	$\bar{D}$		C	$\bar{D}$
	$s_D$		R/S	$s_D$
	$t$		R/S	$t$
	$g^l$		R/S	$g^l$
7	Repita o passo 6 para rever os resultados.			
	<b>Estatística t para 2 Médias</b>			
	Inicialize o programa.		f CLEAR REG	
3	Ative o modo User.			
	Repita os passos 3 a 4 para			
	$i = 1, 2 \dots n_1$			
4	Introduza $x_i$	$x_i$	B	$i$
5	Para corrigir uma introdução $x_k$			
	errada:	$x_k$	0 Σ-	$k-1$
6	Inicialize o programa para a 2ª matriz de dados.			
	Repita os passos 7 a 8 para $i = 1,$		R/S	
	$2, \dots, n_2$			
7	Introduza $y_i$ :	$y_i$	B	$i$
8	Para corrigir uma introdução errada $y_k$ .	$y_k$	0 Σ-	$k-1$

PASSO	INSTRUÇÕES	DADOS/ UNIDADES	PRESSIONE	RESULTADOS/ UNIDADES
9	Introduza $d$ para calcular a estatística do teste:			
	$t$	$d$	$\boxed{D}$	$t$
	$gl$		$\boxed{R/S}$	$gl$
10	Repita o passo 9 para rever os resultados.			

**Exemplo 1:**

$x_i$	14	17.5	17	17.5	15.4
$y_i$	17	20.7	21.6	20.9	17.2

Calcule  $\bar{D}$ ,  $s_D$ ,  $t$  e  $gl$  para os dados acima.

**Pressione****Visor** $\boxed{f}$   $\boxed{FIX}$  4

Set User Mode.

 $\boxed{f}$   $\boxed{CLEAR}$   $\boxed{REG}$ 14  $\boxed{ENTER}$  17  $\boxed{A}$  1.000017  $\boxed{ENTER}$  15  $\boxed{A}$  2.0000

Este par está errado.

17  $\boxed{ENTER}$ 15  $\boxed{-}$   $\boxed{g}$   $\boxed{\Sigma^-}$  1.0000

A correção

17.5  $\boxed{ENTER}$  20.7  $\boxed{A}$  2.000017  $\boxed{ENTER}$  21.6  $\boxed{A}$  3.000017.5  $\boxed{ENTER}$  20.9  $\boxed{A}$  4.000015.4  $\boxed{ENTER}$  17.2  $\boxed{A}$  5.0000 $\boxed{C}$  -3.2000 $\bar{D}$  $\boxed{R/S}$  1.0000 $s_D$  $\boxed{R/S}$  -7.1554 $t$  $\boxed{R/S}$  4.0000 $gl$ **Exemplo 2:**

$x$	79	84	108	114	120	103	122	120		
$y$	91	103	90	113	108	87	100	80	99	54

Se  $d = 0$  (isto é, se  $H_0$ ,  $\mu_1 = \mu_2$ ) calcule  $t$  e  $gl$  para os dados acima.

Pressione	Visor	
f CLEAR REG		
79 B 84 B 99		
B 99 g Σ-	2.0000	
108 B 114 B		
120 B 103 B		
122 B 120 B	8.0000	
R/S	0.0000	
91 B 103 B		
90 B 113 B		
108 B 87 B		
100 B 80 B		
99 B 54 B	10.0000	
0 D	1.7316	<i>t</i>
R/S	16.0000	<i>gl</i>

## Cálculo da Qui-Quadrado

Este programa calcula o valor da estatística  $\chi^2$  para verificar a aderência do ajuste pela equação:

$$\chi_i^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (df = n - 1)$$

Onde  $O_i$  = freqüência observada

$E_i$  = freqüência esperada

Se os valores esperados forem iguais,

$$E = E_i = \frac{\sum O_i}{n} \text{ para todo } i,$$

então

$$\chi_2^2 = \frac{n \sum O_i^2}{\sum O_i} - \sum O_i$$

**Observação:** Para se verificar a aderência do ajuste de um conjunto de dados, talvez seja necessária a combinação de algumas classes, para garantir que cada freqüência esperada não seja muito pequena (digamos, que não seja menor do que 5).

### Referência:

Mathematical Statistics, J.E. Freund, Prentice Hall, 1962.

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
f CLEAR PRGM	000-	f LBL B	022-42,21,12
f LBL A	001-42,21,11	$\Sigma+$	023- 49
ENTER	002- 36	R/S	024- 31
R↓	003- 33	f LBL D	025-42,21,14
-	004- 30	RCL 0	026- 45 0
g $\sqrt{x^2}$	005- 43 11	RCL 0	027- 45 0
g R↑	006- 43 33	RCL 2	028- 45 2
-	007- 10	x	029- 20
g F? 0	008-43, 6, 0	RCL 1	030- 45 1
CHS	009- 16	-	031- 10
STO + 1	010-44,40, 1	RCL 1	032- 45 1
1	011- 1	-	033- 30
g F? 0	012-43, 6, 0	R/S	034- 31
CHS	013- 16	RCL 1	035- 45 1
STO + 0	014-44,40, 0	RCL 0	036- 45 0
RCL 0	015- 45 0	-	037- 10
g CF 0	016-43, 5, 0	R/S	038- 31
R/S	017- 31	GTO D	039- 22 14
f LBL C	018-42,21,13	f LBL E	040-42,21,15
RCL 1	019- 45 1	g SF 0	041-43, 4, 0
R/S	020- 31	GTO A	042- 22 11
GTO C	021- 22 13		

REGISTRADORES			R <sub>1</sub> : Não utilizado
R <sub>0</sub> : Índice	R <sub>1</sub> : $x_2^2, \Sigma O_i$	R <sub>2</sub> : $\Sigma O_i^2$	R <sub>3</sub> : Utilizado
R <sub>4</sub> : Utilizado	R <sub>5</sub> : Utilizado	R <sub>6</sub> -R <sub>9</sub> : Não Utilizados	

PASSO	INSTRUÇÕES	DADOS/ UNIDADES	PRESSIONE	RESULTADOS/ UNIDADES
	<b>Frequência de Desigualdade</b>			
	<b>Esperada</b>			
1	Introduza o programa.			
2	Inicialize o programa.		<b>f CLEAR REG</b>	
3	Ative o modo User.			
	Repita os passos 4 a 5 para $i = 1, 2$ ... $n$ .			
4	Introduza			
	$O_i$	$O_i$	<b>ENTER</b>	
	$E_i$	$E_i$	<b>A</b>	$i$
5	Para corrigir um $O_k$ ou $E_k$ errado	$O_k$	<b>ENTER</b>	
		$E_k$	<b>E</b>	$k-1$
6	Calcule $\chi_1^2$		<b>C</b>	$\chi_1^2$
7	Repita o passo 6 para rever o resultado.			
	<b>Frequência de Igualdade Esperada</b>			
1	Inicialize o programa.		<b>f CLEAR REG</b>	
2	Ative o modo User.			
	Repita os passos 3 a 4 para $i = 1,$ 2... $n$			
3	Introduza	$O_i$	<b>B</b>	$i$
4	Para corrigir um $O_h$ errado	$O_h$	<b>g Σ-</b>	$h-1$
5	Calcule			
	$\chi_2^2$		<b>D</b>	$\chi_2^2$
	$E$		<b>R/S</b>	$E$
6	Repita o passo 5 para rever os resultados.			

**Exemplo 1:** Calcule o valor da estatística  $\chi^2$  para verificar a aderência do ajuste para o seguinte conjunto de dados:

$O_i$	8	50	47	56	5	14
$E_i$	9.6	46.75	51.85	54.4	8.25	9.15

Pressione

Visor

f CLEAR REG

f FIX 4

Ative o modo User

8 ENTER 9.6 A 1.0000

50 ENTER 46.75 A 2.0000

47 ENTER 51.85 A 3.0000

56 ENTER 54.4 A 4.0000

100 ENTER A 5.0000

100 ENTER E 4.0000

5 ENTER 8.25 A 5.0000

14 ENTER 9.15 A 6.0000

C 4.8444

Erro.

Correção.

 $\chi^2$ 

**Exemplo 2:** A tabela abaixo mostra as frequências observadas em 120 lançamentos de um dado.  $\chi^2$  pode ser usada para testar se o dado está viciado. ( $g! = 5$ ). Observação: Assuma a hipótese de que as frequências esperadas são iguais.

Número	1	2	3	4	5	6
Frequência $O_i$	25	17	15	23	24	16

Pressione

Visor

f CLEAR REG

25 B 17 B 19 B 3.0000

19 g Σ- 2.0000

15 B 23 B 24 B 6.0000

16 B 6.0000

D 5.0000

R/S 20.0000

Erro.

Correção

 $\chi^2$ 

E

O valor de  $X^2$  para  $gl = 5$  e com um nível de significância de 50%, (obtido na página 438 do livro *Mathematical Statistics*, de Freund) é igual a 11.070. Como 5.00 é menor do que 11.070, não existem diferenças reais entre as frequências observada e esperada.

## Finanças: Anuidades e Quantias Compostas

Este programa pode ser usado para resolver uma enorme variedade de problemas envolvendo tempo e dinheiro. As variáveis dadas a seguir (com exceção da taxa de juros, que deve ser fornecida), podem ser dados ou resultados:

*n*: é o número de períodos de composição. (Num empréstimo de 30 anos, com pagamentos mensais,  $n = 12 \times 30 = 360$ ).

*i*: é a taxa de juros periódica, expressa como uma porcentagem. (Para capitalização não anual, divida a taxa de porcentagem anual pelo número de períodos de capitalização num ano; por exemplo, 10% de juros ao ano, capitalizados mensalmente, corresponde a 10/12 ou 0,83%).

*VP*: é o valor presente atual dos fluxos de caixa ou das quantias compostas.

*PMT*: é o pagamento periódico.

*VF*: é o valor futuro; o último fluxo de caixa (também conhecido como ajuste final) ou o valor composto de uma série de fluxos de caixa.

Este programa também pode calcular o juro acumulado e o ajuste final. O programa comporta pagamentos feitos no início ou no fim de períodos compostos. Os pagamentos feitos no final de períodos compostos (anuidade ordinária) são comuns nos empréstimos de amortização direta e nas hipotecas, enquanto que os pagamentos feitos no início de períodos compostos (anuidade antecipada) são comuns nos casos de arrendamento. No caso de anuidade ordinária, pressione **A** seguida por **R/S** até o número 1 aparecer no visor. No caso da anuidade antecipada, pressione **A** seguida por **R/S** até o número 0 ser apresentado.

Este programa utiliza a convenção de que as saídas de caixa devem ser introduzidas como números negativos, enquanto que as entradas em caixa devem ser introduzidas como números positivos.

Para se preparar a calculadora para um novo problema, basta se pressionar **f** CLEAR **REG**, que é um método seguro, conveniente e de fácil

memorização. No entanto, não é necessário se usar  $\boxed{f}$  CLEAR  $\boxed{\text{REG}}$  entre problemas que contenham a mesma combinação de variáveis. Por exemplo, todos os problemas referentes a  $n, i, PMT, VF$ , envolvendo valores distintos e/ou diferentes combinações de dados, podem ser resolvidos consecutivamente, sem apagar os registradores. Apenas os valores que variam de problema a problema devem ser introduzidos. Para modificar a combinação de variáveis sem usar  $\boxed{f}$  CLEAR  $\boxed{\text{REG}}$ , basta se colocar um valor nulo na variável que não esteja mais sendo utilizada. Para se passar de um problema em  $n, i, PMT, VP$  para outro em  $n, i, VP, VF$ , deve-se armazenar um zero em  $PMT$ . A tabela dada a seguir resume estes procedimentos.

**Soluções Possíveis Utilizando  
Anuidades e Quantias Compostas  
(O juro é dado)**

Combinação Permitida de Variáveis	Aplicações		Procedimento Inicial
	Anuidade Ordinária	Anuidade antecipada	
$n, VP, PMT$ , (introduza dois elementos quaisquer e calcule o terceiro).	Amortização de empréstimos Descontos Hipotecas	Arrendamentos	Use $\boxed{f}$ CLEAR $\boxed{\text{REG}}$ ou armazene zero em $VF$ .
$n, VP, PMT, VF$ , (introduza três elementos quaisquer e calcule o quarto).	Amortização de empréstimo com ajuste final Desconto com ajuste final	Arrendamento com valor residual.	Nenhum
$n, PMT, VF$ , (introduza dois elementos quaisquer e calcule o terceiro).	Fundo de amortização	Seguro com poupança periódica	Use $\boxed{f}$ CLEAR $\boxed{\text{REG}}$ ou armazene zero em $VP$ .
$n, VP, VF$ , (introduza dois elementos quaisquer e calcule o terceiro).	Quantia composta Poupança (A modalidade de anuidade não se aplica e não tem efeito algum).		Use $\boxed{f}$ CLEAR $\boxed{\text{REG}}$ ou armazene em $PMT$ .

Equações:

$$-VP = \frac{PMT}{i} A [1 - (1 + i)^{-n}] + (VF)(1 + i)^{-n}$$

onde

$$A = \begin{cases} 1 & \text{anuidade ordinária} \\ (1 + i) & \text{anuidade antecipada} \end{cases}$$

**Observações:**

- Os problemas que tenham uma taxa de juros nula apresentarão a mensagem **Error 0** no visor.
- Os problemas que possuam valores de  $n$  ou  $i$  extremamente altos ( $10^6$ ) ou baixos ( $10^{-6}$ ) poderão apresentar resultados inválidos.

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
f CLEAR PRGM	000-	STO 1	029- 44 1
f LBL A	001-42,21,11	g RTN	030- 43 32
f FIX 2	002-42, 7, 2	f LBL C	031-42,21,13
STO 2	003- 44 2	STO 3	032- 44 3
f LBL 4	004-42,21, 4	R/S	033- 31
R/S	005- 31	GSB 1	034- 32 1
0	006- 0	GSB 2	035- 32 2
g F? 0	007-43, 6, 0	CHS	036- 16
1	008- 1	STO 3	037- 44 3
g CF 0	009-43, 5, 0	g RTN	038- 43 32
g $\tau=0$	010- 43 40	f LBL D	039-42,21,14
g SF 0	011-43, 4, 0	STO 4	040- 44 4
GTO 4	012- 22 4	R/S	041- 31
f LBL B	013-42,21,12	1	042- 1
STO 1	014- 44 1	STO 4	043- 44 4
R/S	015- 31	GSB 1	044- 32 1
GSB 1	016- 32 1	1/ $\tau$	045- 15
RCL 5	017- 45 5	RCL 3	046- 45 3
g LST $\tau$	018- 43 36	GSB 2	047- 32 2
-	019- 30	x	048- 20
RCL 3	020- 45 3	CHS	049- 16
g LST $\tau$	021- 43 36	STO 4	050- 44 4
+	022- 40	g RTN	051- 43 32
-	023- 10	f LBL E	052-42,21,15
CHS	024- 16	STO 5	053- 44 5
g LN	025- 43 12	R/S	054- 31
RCL 6	026- 45 6	GSB 1	055- 32 1
g LN	027- 43 12	RCL 3	056- 45 3
+	028- 10	+	057- 40

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
RCL 7	058- 45 7	i'	076- 14
-	059- 10	STO 7	077- 44 7
CHS	060- 16	1	078- 1
STO 5	061- 44 5	$x \geq 1$	079- 34
g RTN	062- 43 32	-	080- 30
f LBL 1	063-42,21, 1	RCL 4	081- 45 4
1	064- 1	RCL 8	082- 45 8
RCL 2	065- 45 2	+	083- 10
g %	066- 43 14	RCL 0	084- 45 0
STO 8	067- 44 8	x	085- 20
1	068- 1	x	086- 20
STO 0	069- 44 0	g RTN	087- 43 32
+	070- 40	f LBL 2	088-42,21, 2
STO 6	071- 44 6	RCL 5	089- 45 5
g F7 0	072-43, 6, 0	RCL 7	090- 45 7
STO 0	073- 44 0	x	091- 20
RCL 1	074- 45 1	+	092- 40
CHS	075- 16		

REGISTRADORES			R <sub>1</sub> : Não utilizado
R <sub>0</sub> : $i$ ou $1 + i$	R <sub>1</sub> : $n$	R <sub>2</sub> : $i(\%)$	R <sub>3</sub> : $VP$
R <sub>4</sub> : $PMT$	R <sub>5</sub> : $VF$	R <sub>6</sub> : $1 + i$	R <sub>7</sub> : $(1 - i)^{-n}$
R <sub>8</sub> : $i/100$	R <sub>9</sub> -R <sub>4</sub> : Não Utilizados		

PASSO	INSTRUÇÕES	DADOS/ UNIDADES	PRESSIONE	RESULTADOS/ UNIDADES
1	Introduza o programa.			
2	Ative o modo User.			
3	Inicialize.		<b>f</b> CLEAR <b>REG</b>	
4	Introduza a taxa de juros periódica.	$i(\%)$	<b>A</b>	$i(\%)$
5	Escolha entre a anuidade ordinária e		<b>R/S</b>	1.00
	a anuidade antecipada (repita esta		<b>R/S</b>	0.00
	linha para alternar os 2 modos).			
6	Introduza os valores conhecidos:			
	• Número de períodos	$n$	<b>B</b>	$n$
	• Valor presente	$VP$	<b>C</b>	$VP$
	• Pagamento periódico	$PMT$	<b>D</b>	$PMT$
	• Valor futuro	$VF$	<b>E</b>	$VF$
7	Calcule a incógnita:			
	• Números de períodos		<b>B</b> <b>R/S</b>	$n$
	• Valor presente		<b>C</b> <b>R/S</b>	$VP$
	• Pagamento periódico		<b>D</b> <b>R/S</b>	$PMT$
	• Valor futuro		<b>E</b> <b>R/S</b>	$VF$
8	Para modificar o problema, vá ao			
	passo 4 e altere os valores			
	adequados. Introduza zero para			
	qualquer valor não aplicável ao caso.			
9	Para um novo caso, vá ao passo 3.			

**Exemplo 1:** Se você colocar Cr\$ 155,00 numa caderneta de poupança que paga 5,75% capitalizados mensalmente, qual será o montante ao final de 9 anos? (Este é um problema de anuidade antecipada).



Pressione	Visor	
<b>f</b> CLEAR <b>REG</b>		
Ative o Modo User		
<b>5.75</b> <b>ENTER</b> <b>12</b> <b>÷</b> <b>A</b>	<b>0.48</b>	Taxa mensal de juros.
<b>R/S</b>	<b>0.00</b>	
<b>R/S</b>	<b>1.00</b>	Anuidade ordinária.
<b>9</b> <b>ENTER</b> <b>12</b> <b>×</b> <b>B</b>	<b>108.00</b>	Número de meses.
<b>155</b> <b>CHS</b> <b>C</b>	<b>-155.00</b>	Depósito inicial.
<b>E</b> <b>R/S</b>	<b>259.74</b>	$VF$ .

**Exemplo 2:** Qual será a prestação mensal necessária para amortizar em 30 anos uma hipoteca de Cr\$ 30.000, se a taxa anual de juros for de 13%? (Este é um problema de anuidade ordinária).



Pressione

f CLEAR REG  
 13 ENTER 12 + A  
 30 ENTER 12 x B  
 30000 C  
 D R/S

Visor

1.08 Taxa mensal de juros (em %).  
 360.00  $n$   
 30,000.00  $VP$   
 -331.86  $PMT$

**Exemplo 3:** Dois indivíduos estão levantando um empréstimo a ser saldado mensalmente, com um pagamento extra no final. O montante do empréstimo é de Cr\$ 360.000,00 a ser pago em 36 prestações mensais de Cr\$ 10.000,00 além de uma taxa anual de juros de 10%. Qual deverá ser o valor do acerto final, por ocasião da quitação da 36ª prestação, para que a dívida seja saldada?

(Observe que o diagrama de fluxos de caixa representa o ponto de vista dos dois indivíduos. para o banqueiro, o diagrama deverá ser exatamente o oposto). (Este é um problema de anuidade ordinária)



VP = -360.000

VF?

Pressione

f CLEAR REG  
 10 ENTER 12 + A  
 36 B  
 360000 CHS C  
 10000 D E R/S

Visor

0.83 Taxa mensal de juros (em %).  
 36.00  $n$   
 -360,000.00  $VP$   
 167,527.27  $VF$

Note que a última prestação é de Cr\$ 67.527,27 + Cr\$ 10.000,00 = Cr\$ 77.527,27, uma vez que o último pagamento coincide com o final do último período).

**Exemplo 4:** este programa também pode ser utilizado para o cálculo de juros compostos/saldo restante de empréstimos. O juro acumulado entre

dois instantes de tempo,  $n_1$ ,  $n_2$ , é igual ao total dos pagamentos feitos nesse período, descontando-se a redução do principal nesse período. A redução do principal é a diferença entre os saldos restantes nos dois instantes de tempo.

Calcule o saldo restante após o 24º pagamento e o juro acumulado para os pagamentos 13 - 24 (entre 12º e o 24º pagamentos), num empréstimo de Cr\$ 50.000,00 a ser amortizado em 360 meses, a juros anuais de 14%. (Este é um problema de anuidade ordinária).

Primeiro devemos calcular o valor do pagamento:

Pressione	Visor	
<input type="button" value="f"/> CLEAR <input type="button" value="REG"/>		
360 <input type="button" value="B"/>	360.00	$n$
14 <input type="button" value="ENTER"/> 12 <input type="button" value="÷"/> <input type="button" value="A"/>	1.17	$i$
50000 <input type="button" value="CHS"/> <input type="button" value="C"/>	-50,000.00	$VP$
<input type="button" value="D"/> <input type="button" value="R/S"/>	592.44	$PMT$

O saldo restante no 24º mês é o seguinte:

24 <input type="button" value="B"/> <input type="button" value="E"/> <input type="button" value="R/S"/>	49,749.56	$VF$ no 24º mês.
---	-----------	------------------

Armazene este saldo restante e calcule o saldo restante no 12º mês:

<input type="button" value="STO"/> 9		
12 <input type="button" value="B"/> <input type="button" value="E"/> <input type="button" value="R/S"/>	49,883.48	$VF$ no 12º mês.

A redução do principal entre os pagamentos 12 e 24 é a seguinte:

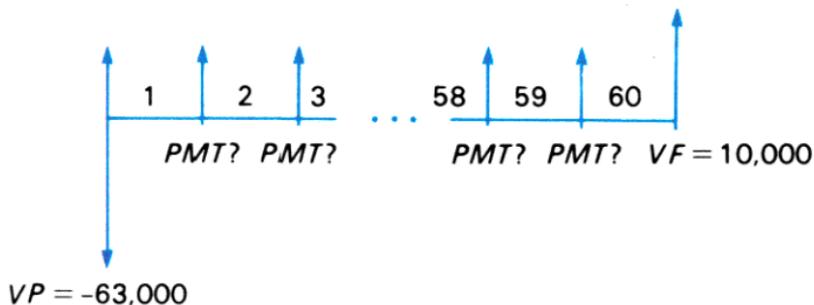
<input type="button" value="RCL"/> 9 <input type="button" value="−"/>	133.92	
---	--------	--

O juro acumulado em 12 pagamentos menos a redução do principal é o seguinte:

<input type="button" value="RCL"/> 4	7,109.23	Total pago.
12 <input type="button" value="×"/> <input type="button" value="r ≥ j"/> <input type="button" value="−"/>	6,975.31	Juro acumulado.

**Exemplo 5:** Uma firma intermediária de arrendamento de equipamentos está considerando a compra de um mini-computador cotado em Cr\$ 63.000,00 e pretende obter um lucro anual de 13%, arrendando-o a um cliente por 5 anos. A propriedade é retida pela arrendatária, a qual espera poder vender o equipamento ao final do contrato por pelo menos Cr\$ 10.000,00. (Como os pagamentos de arrendamentos ocorrem no início de

cada período, este é um problema de anuidade antecipada). Qual deverá ser o pagamento mensal de forma que se atinja o objetivo acima?



**Pressione**

**Visor**

**f** CLEAR **REG**  
**13** ENTER **12** + **A**  
**R/S**  
**5** ENTER **12** × **B**  
**63000** CHS **C**  
**10000** E **D** R/S

**1.08** *i*  
**0.00** Anuidade antecipada.  
**60.00** *n*  
**-63.000.00** *VF*  
**1,300.16** *PMT*

Se o preço subir para Cr\$ 70.000,00 qual deverá ser o valor dos pagamentos?

**70000** CHS **C**  
**D** R/S

**-70.000.00**  
**1,457.73** *PMT*

## Caça ao Submarino

Use seu destróier para localizar a posição de um submarino inimigo num reticulado  $10 \times 10$ , e então destrua-se com uma carga de profundidade.

Introduza o termo inicial (entre 0 e 1) de uma seqüência pseudo-aleatória e a calculadora posicionará o submarino no centro dos 100 quadrados (L, C) onde L = linha e C = coluna (L e C podem variar de 0 a 9).

Use seu sonar para fazer leituras das posições suspeitas. Introduza a localização do seu destróier (L, C) e pressione **B**. Se o submarino estiver num dos 8 quadrados adjacentes (ou diretamente sob o destróier), a calculadora apresentará "1" no visor; caso contrário apresentará "0".

Quando você suspeitar ter localizado o submarino, mova o seu destróier diretamente sobre tal posição (coloque-o no mesmo quadrado) e lance uma carga de profundidade. Se o visor apresentar o número 1 piscando, indicará que o alvo foi atingido; caso contrário apresentará o número 0. Se você errar, o submarino se deslocará aleatoriamente para um dos 4 quadrados adjacentes à sua posição original (mantendo a mesma linha ou coluna).

Para que o jogo fique mais movimentado, pressione **C** após a introdução do termo inicial. Isto permitirá que o submarino se mova não só a cada carga perdida mas também a cada eco do sonar. O submarino sempre se move para um quadrado adjacente, mantendo a mesma linha ou coluna.

Uma carga de profundidade tem um alcance de 0.9 quadrados. Ao posicionar o seu destróier para lançar uma carga de profundidade, você pode colocá-lo em qualquer ponto do reticulado, e não só no centro de cada quadrado. Por exemplo, se você lançar uma carga na posição (2,5, 6,5) atingirá qualquer submarino localizado no centro dos quadrados de coordenadas (2,6), (2,7), (3,6) e (3,7).

Tente destruir o submarino com no máximo 10 leituras do sonar e 1 lançamento da carga de profundidade. Você pode verificar o estado do jogo sempre que o visor estiver disponível, bastando pressionar **D**.

O formato do estado do jogo é XX.YY

onde: XX = número de cargas de profundidade disparadas.

YY = número de leituras do sonar.

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
<b>f</b> CLEAR <b>PRGM</b>	000-	<b>g</b> <b>RTN</b>	005- 43 32
<b>f</b> <b>LBL</b> <b>C</b>	001-42,21,13	<b>f</b> <b>LBL</b> <b>E</b>	006-42,21,15
1	002- 1	<b>f</b> CLEAR <b>REG</b>	007- 42 34
<b>STO</b> 0	003- 44 0	<b>g</b> <b>CF</b> 0	008-43, 5, 0
<b>g</b> <b>SF</b> 0	004-43, 4, 0	<b>STO</b> <b>RAN#</b>	009- 44 36

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
$\boxed{\text{GSB}} 9$	010- 32 9	$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{PSE}}$	039- 42 31
$\boxed{\text{STO}} 1$	011- 44 1	$\boxed{\text{g}} \boxed{\text{RTN}}$	040- 43 32
$\boxed{\text{GSB}} 9$	012- 32 9	$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{LBL}} \boxed{\text{B}}$	041-42,21,12
$\boxed{\text{STO}} 2$	013- 44 2	1	042- 1
$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{FIX}} 0$	014-42, 7, 0	$\boxed{\text{STO}} + 8$	043-44,40, 8
$\boxed{\text{g}} \boxed{\text{CL}} \downarrow$	015- 43 35	$\boxed{\text{R}} \downarrow$	044- 33
$\boxed{\text{g}} \boxed{\text{RTN}}$	016- 43 32	$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{FIX}} 0$	045-42, 7, 0
$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{LBL}} \boxed{\text{A}}$	017-42,21,11	$\boxed{\text{g}} \boxed{\text{CF}} 1$	046-43, 5, 1
1	018- 1	$\boxed{\text{GSB}} 6$	047- 32 6
$\boxed{\text{STO}} + 7$	019-44,40, 7	$\boxed{\text{RCL}} 0$	048- 45 0
$\boxed{\text{R}} \downarrow$	020- 33	$\boxed{\text{STO}} 5$	049- 44 5
$\boxed{\text{g}} \boxed{\text{SF}} 1$	021-43, 4, 1	$\boxed{\text{g}} \boxed{\text{F?}} 0$	050-43, 6, 0
$\boxed{\text{GSB}} 6$	022- 32 6	$\boxed{\text{GSB}} 5$	051- 32 5
$\boxed{\text{g}} \boxed{\text{v} \neq 0}$	023- 43 30	$\boxed{\text{RCL}} 3$	052- 45 3
$\boxed{\text{GTO}} 0$	024- 22 0	$\boxed{\text{g}} \boxed{\text{RTN}}$	053- 43 32
1	025- 1	$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{LBL}} 5$	054-42,21, 5
$\boxed{\text{STO}} 5$	026- 44 5	$\boxed{\text{GSB}} 9$	055- 32 9
$\boxed{\text{GSB}} 5$	027- 32 5	4	056- 4
$\boxed{\text{g}} \boxed{\text{RTN}}$	028- 43 32	$\boxed{\text{v}} \geq 1$	057- 34
$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{LBL}} 0$	029-42,21, 0	$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{v}} > 1$	058- 42 20
9	030- 9	$\boxed{\text{GTO}} 0$	059- 22 0
$\boxed{1/x}$	031- 15	$\boxed{\text{RCL}} 5$	060- 45 5
$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{FIX}} 3$	032-42, 7, 3	$\boxed{\text{CHS}}$	061- 16
$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{PSE}}$	033- 42 31	$\boxed{\text{GTO}} 1$	062- 22 1
$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{FIX}} 5$	034-42, 7, 5	$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{LBL}} 0$	063-42,21, 0
$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{PSE}}$	035- 42 31	$\boxed{\text{RCL}} 5$	064- 45 5
$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{FIX}} 7$	036-42, 7, 7	$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{LBL}} 1$	065-42,21, 1
$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{PSE}}$	037- 42 31	$\boxed{\text{STO}} 6$	066- 44 6
$\boxed{\text{f}} \boxed{\text{FIX}} 9$	038-42, 7, 9	$\boxed{\text{GSB}} 9$	067- 32 9

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
5	068- 5	f [FIX] 0	097-42, 7, 0
f [x>] j	069- 42 20	g [RTN]	098- 43 32
[GTO] 0	070- 22 0	f [LBL] 6	099-42,21, 6
[RCL] 1	071- 45 1	[RCL] 2	100- 45 2
[GSB] 1	072- 32 1	-	101- 30
[STO] 1	073- 44 1	x [≥] j	102- 34
[GTO] 2	074- 22 2	[RCL] 1	103- 45 1
f [LBL] 0	075-42,21, 0	-	104- 30
[RCL] 2	076- 45 2	g [→P]	105- 43 26
[GSB] 1	077- 32 1	[STO] 4	106- 44 4
[STO] 2	078- 44 2	g [F?] 1	107-43, 6, 1
[GTO] 2	079- 22 2	[GTO] 0	108- 22 0
f [LBL] 1	080-42,21, 1	1	109- 1
[RCL] 6	081- 45 6	-	110- 30
+	082- 40	f [LBL] 0	111-42,21, 0
g [x<] 0	083- 43 10	-	112- 48
[GTO] 0	084- 22 0	9	113- 9
9	085- 9	-	114- 30
x [≥] j	086- 34	g [x<] 0	115- 43 10
f [x≤] j	087- 42 10	[GTO] 0	116- 22 0
g [RTN]	088- 43 32	0	117- 0
f [LBL] 0	089-42,21, 0	[GTO] 1	118- 22 1
[RCL] 6	090- 45 6	f [LBL] 0	119-42,21, 0
2	091- 2	1	120- 1
κ	092- 20	f [LBL] 1	121-42,21, 1
-	093- 30	[STO] 3	122- 44 3
g [RTN]	094- 43 32	g [RTN]	123- 43 32
f [LBL] 2	095-42,21, 2	f [LBL] [D]	124-42,21,14
[RCL] 3	096- 45 3	f [FIX] 2	125-42, 7, 2

PRESSIONE	VISOR	PRESSIONE	VISOR
<b>RCL</b> 7	126- 45 7	<b>f</b> <b>LBL</b> 9	133-42,21, 9
<b>RCL</b> 8	127- 45 8	<b>f</b> <b>RAN#</b>	134- 42 36
<b>EEX</b>	128- 26	1	135- 1
2	129- 2	0	136- 0
<b>+</b>	130- 10	<b>x</b>	137- 20
<b>+</b>	131- 40	<b>g</b> <b>INT</b>	138- 43 44
<b>g</b> <b>RTN</b>	132- 43 32	<b>g</b> <b>RTN</b>	139- 43 32

REGISTRADORES			R <sub>1</sub> : Não Utilizado
R <sub>0</sub> : 0, 1	R <sub>1</sub> : P <sub>1</sub>	R <sub>2</sub> : P <sub>2</sub>	R <sub>3</sub> : Resposta
R <sub>4</sub> : d	R <sub>5</sub> : Utilizado	R <sub>6</sub> : Utilizado	R <sub>7</sub> : Utilizado
R <sub>8</sub> : Utilizado			

PASSO	INSTRUÇÕES	DADOS/ UNIDADES	PRESSIONE	RESULTADOS/ UNIDADES
1	Introduza o programa.			
2	Ative o modo User.			
3	Introduza o termo inicial (entre 0 e 1).	<i>n</i>	<b>E</b>	0
4	Para o jogo normal, vá ao passo 6.			
5	Escolha o jogo diferente (o submarino se moverá sempre).		<b>C</b>	1
6	<b>Sonar</b>	<i>Linha</i>	<b>ENTER</b>	
	"0" indica ausência de eco.	<i>Coluna</i>	<b>B</b>	0 ou 1
	"1" indica a recepção do eco.			
	OU			
	<b>Carga de profundidade</b>	<i>Linha</i>	<b>ENTER</b>	
	"0" indica tiro errado.	<i>Coluna</i>	<b>A</b>	0 ou "1"s piscando

PASSO	INSTRUÇÕES	DADOS/ UNIDADES	PRESSIONE	RESULTADOS/ UNIDADES
	"1" s piscando indica que você acertou!			0 ou "1" s piscando
7	Repita o passo 6 até acertar o submarino.			
8	Para rever o estado do jogo a qualquer momento:		<input type="checkbox"/>	XX.YY
	XX = número de cargas lançadas.			
	YY = número de leituras do sonar.			
9	Para uma nova partida vá ao passo 3.			

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
9											9												9
8											8												8
7											7												7
6											6												6
5											5												5
4											4												4
3											3												3
2											2												2
1											1												1
0											0												0
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
9											9												9
8											8												8
7											7												7
6											6												6
5											5												5
4											4												4
3											3												3
2											2												2
1											1												1
0											0												0
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
9											9												9
8											8												8
7											7												7
6											6												6
5											5												5
4											4												4
3											3												3
2											2												2
1											1												1
0											0												0
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		

Planilhas para a Caça ao Submarino. Você poderá tirar cópias desta página para realizar as suas partidas.

**Exemplo 1:****Pressione****Visor**

Ative o Modo User.

.58 **E**

0.

Primeiro movimento:

3 **ENTER** 8 **B**

1.

Eco.

Agora você sabe que o seu inimigo está num dos quadrados assinalados com "X" na ilustração abaixo

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
9											9
8											8
7											7
6											6
5											5
4								X	X	X	4
3								X	X	X	3
2								X	X	X	2
1											1
0											0
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Diagrama do 1º movimento

Segundo movimento:

4 **ENTER** 7 **B**

0.

Ausência de eco.

O submarino não pode estar num dos quadrados assinalados com (X) na ilustração abaixo.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
9											9
8											8
7											7
6											6
5											5
4								(X)	(X)	X	4
3								(X)	(X)	X	3
2								X	X	X	2
1											1
0											0
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Diagrama do 2º movimento.

Terceiro movimento:

2 **ENTER** 9 **B**

0.

Ausência de eco.

Você conseguiu circunscrever o submarino em apenas 2 quadrados (os que contêm o X sem o círculo) na ilustração abaixo.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9										9
8										8
7										7
6										6
5										5
4								(X)	(X)	X
3								(X)	(X)	(X)
2								X	(X)	(X)
1										1
0										0
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Diagrama do 3º movimento

Quarto movimento:

4 **ENTER** 9 **B**

1.

Eco.

Este movimento elimina (2,7) como provável localização do submarino, senão você já a teria determinado.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9										9
8										8
7										7
6										6
5										5
4								(X)	(X)	X
3								(X)	(X)	(X)
2								(X)	(X)	(X)
1										1
0										0
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Diagrama do 4º movimento

Quinto movimento:

4 **ENTER** 9 **A**

0.111

0.11111

0.1111111  
 0.11111111  
 0.11111111 Sucesso!

**Exemplo 2:**

<b>Pressione</b>	<b>Visor</b>
.6 <b>E</b>	0
<b>C</b>	1.

Agora o submarino se moverá a cada eco e a cada carga mal sucedida.

Primeiro movimento:

7 **ENTER** 4 **B**      1.      Eco.

O submarino está num dos quadrados assinalados com "X" no diagrama abaixo, à esquerda. Mas o submarino se moverá, podendo estar num dos quadrados assinalados com X no diagrama abaixo, à direita.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
9											9				X	X	X					9
8				X	X	X					8			X	X	X	X	X				8
7				X	X	X					7			X	X	X	X	X				7
6				X	X	X					6			X	X	X	X	X				6
5											5				X	X	X					5
4											4											4
3											3											3
2											2											2
1											1											1
0											0											0
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Diagramas do 1º movimento

Segundo movimento:

6 **ENTER** 4 **B**      0.      Ausência de eco.

Você eliminou algumas posições que estão assinaladas com (X) no próximo diagrama da esquerda; porém foram criadas novas posições com o deslocamento aleatório do inimigo (veja o próximo diagrama da direita).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
9				X	X	X					9			X	X	X	X	X				9
8			X	X	X	X	X				8		X	X	X	X	X	X	X			8
7			X	X	X	X	X	X			7		X	X	X	X	X	X	X			7
6			X	X	X	X	X				6		X	X	X		X	X	X			6
5				X	X	X					5			X				X				5
4											4											4
3											3											3
2											2											2
1											1											1
0											0											0
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Diagrama do 2º movimento

Terceiro movimento:

7 **ENTER** 3 **B**

1.

Eco.

Este movimento elimina várias posições (veja abaixo o diagrama da esquerda), mas novas posições são criadas mais uma vez (veja abaixo o diagrama da direita).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
9			X	X	X	X	X				9			X	X	X						9
8		X	X	X	X	X	X	X			8		X	X	X	X	X					8
7		X	X	X	X	X	X	X			7		X	X	X	X	X					7
6		X	X	X		X	X	X			6		X	X	X	X						6
5			X					X			5			X	X							5
4											4											4
3											3											3
2											2											2
1											1											1
0											0											0
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Diagrama do 3º movimento

Quarto movimento: Tente lançar uma carga de profundidade:

8 **ENTER** 3 **A**

0.111

0.11111

0.1111111

0.111111111

0.111111111 Sucesso!

Vale a pena ter sorte!

O submarino estava aqui:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
9											9
8				X							8
7											7
6											6
5											5
4											4
3											3
2											2
1											1
0											0
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

# Técnicas de Programação

## Estrutura

O que entendemos por “estrutura” é a noção de que mesmo em uma linguagem tão distante do Português, como a linguagem de programação de sua HP-11C, pode haver organização. Queremos fazê-lo ver que seus programas para a HP-11C podem ser não somente úteis, mas também, facilmente lidos e compreendidos. Cabe a você, o programador, fazê-los desse modo. Tudo o que é necessário para tornar seus programas eficientes, legíveis e facilmente corrigíveis é um pouco de antevisão e planejamento. Esta seção é uma compilação de técnicas e exemplos com os quais esperamos ajudá-lo a escrever seus programas.

## A Definição do Problema

O primeiro passo a ser seguido para se escrever um programa é definir o problema a ser resolvido. Pode parecer um passo óbvio, mas é geralmente negligenciado. O programador acabará descobrindo que o programa não produz os resultados desejados porque o objetivo original não estava claro. Este primeiro passo é sempre importante porque dá uma idéia clara do problema e define a direção da solução. É somente então que o usuário deve começar o desenvolvimento lógico do programa.

**Exemplo:** Suponha que desejamos calcular as raízes da equação  $ax^2 + bx + c = 0$ , onde  $a$ ,  $b$  e  $c$  são constantes. A definição do problema deveria ser a seguinte: “Dados  $a$ ,  $b$  e  $c$  calcule as 2 soluções da equação  $ax^2 + bx + c = 0$ ”.

Mais uma vez, tal definição pode parecer óbvia, mas fornece 2 elementos fundamentais: 1) os dados que devemos fornecer e 2) o resultado desejado. Com estes 2 elementos e o conceito da solução, podemos passar ao segundo passo, o projeto do algoritmo.

## O Algoritmo

Um algoritmo não é um programa, mas sim uma seqüência de passos lógicos que delineiam a resolução do problema. Ao descrever esses passos lógicos, o algoritmo não deve ser específico, deixando-se os detalhes de fora.

Os detalhes necessários serão fornecidos mais tarde (linguagem de programação, espaço de memória e preferências pessoais). Por enquanto estabeleceremos os fundamentos da solução. Neste caso, poderíamos resolver o problema usando a equação quadrática:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Tendo esta equação para nos orientar, o nosso algoritmo inicial poderia ser assim:

Calcule  $b^2 - 4ac$ .

Se a diferença for positiva, calcule  $\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

Se a diferença for negativa, calcule  $\frac{-b}{2a}$  e  $\frac{\pm \sqrt{|b^2 - 4ac|}}{2a}$

Se  $b^2 - 4ac$  for positiva, a solução terá 2 raízes reais. Se a diferença for negativa, a solução terá 2 raízes complexas. Observe que as definições acima não são realmente os passos de um programa. O que se definiu foi a seqüência dos eventos necessários para se chegar à solução.

Ao se refinar o algoritmo básico aparecerão os eventuais padrões a serem repetidos e as seqüências condensáveis que irão sugerir as instruções a serem realmente empregadas no programa. O processo de revisão também o ajudará a ter os seus objetivos de programação em mente.

Um refinamento desse tipo poderia ser o seguinte:

Usando os registradores hipotéticos  $R_A$ ,  $R_B$  e  $R_C$  faça o seguinte:

1. Tome o valor de  $b$  e divida-o por duas vezes  $a$ .
2. Armazene o resultado em  $R_A$ .
3. Eleve  $b$  ao quadrado, subtraia do resultado 4 vezes o produto de  $a$  por  $c$  e armazene o resultado em  $R_B$ .
4. Extraia a raiz quadrada do valor absoluto de  $R_B$  e divida-o por duas vezes  $a$ .
5. Armazene este resultado em  $R_C$ .

6. Se o valor de  $R_B$  for positivo ou nulo, some os valores contidos em  $R_A$  e  $R_C$  e apresente o resultado (raiz real).
7. Se o valor em  $R_B$  for negativo, apresente o valor de  $R_A$  e  $R_C$  separadamente (raiz complexa).
8. Troque o sinal do conteúdo de  $R_C$  e repita os dois passos anteriores.

Através deste refinamento, compreendemos a importância do uso de registradores para armazenar resultados intermediários. Além disso, as operações são melhor definidas e é dada a devida atenção ao resultado real.

O grau de refinamento do algoritmo final é uma questão de preferência pessoal. Quanto maior for o nível de detalhamento, menores serão as chances de que o programa tenha que, mais tarde, ser modificado para que funcione perfeitamente. O nosso algoritmo acima nos conduz a um nível satisfatório de detalhamento.

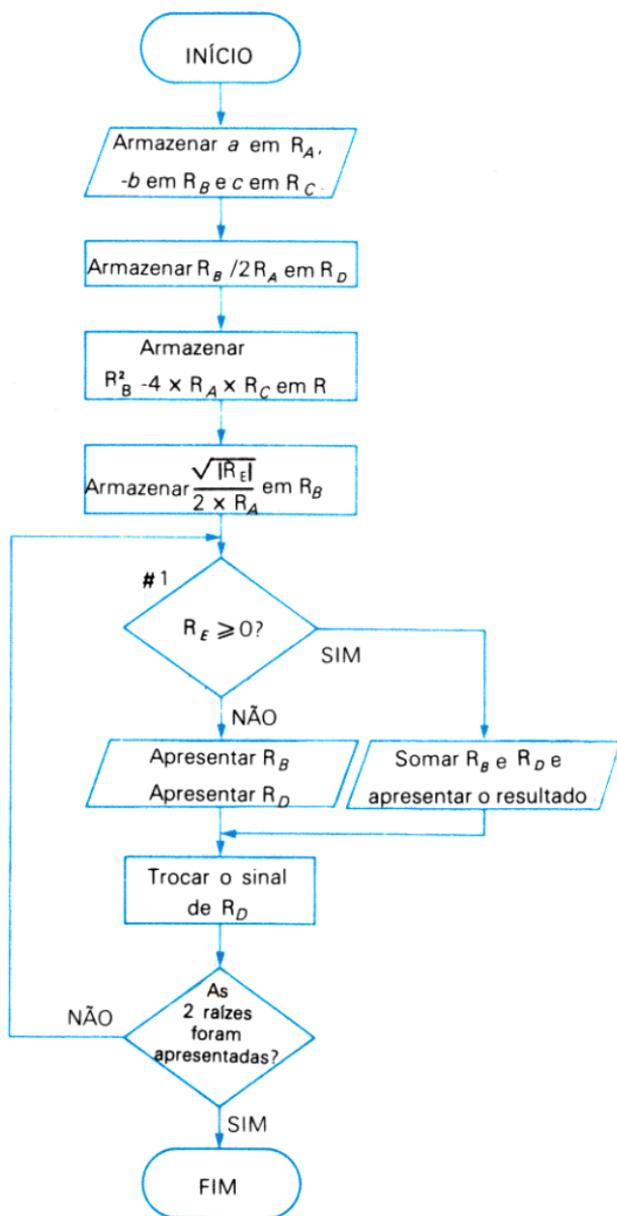
Usando os Registradores hipotéticos  $R_A$ ,  $R_B$ ,  $R_C$ ,  $R_D$  e  $R_E$  faça o seguinte:

1. Armazene  $a$  em  $R_A$ ,  $-b$  em  $R_B$  e  $c$  em  $R_C$ .
2. Divida  $R_B$  por 2 vezes  $R_A$  e armazene o resultado em  $R_D$ .
3. Subtraia 4  $R_A$  vezes  $R_C$  de  $R_B$  ao quadrado e armazene o resultado em  $R_E$ .
4. Calcule a raiz quadrada do valor absoluto de  $R_E$  e divida-a por 2 vezes  $R_A$ . Armazene o resultado em  $R_B$ .
5. Se  $R_E$  for positivo ou nulo, some  $R_B$  a  $R_D$  e apresente o resultado.
6. Se  $R_E$  for negativo, apresente  $R_B$  e  $R_D$  separadamente.
7. Troque o sinal de  $R_D$  e repita os dois passos anteriores.

Este algoritmo leva em conta o armazenamento inicial de dados e reutiliza  $R_B$ , reduzindo assim o total de registradores necessários.

## Fluxogramas

Uma maneira útil de visualizar o desenvolvimento do algoritmo é o "fluxograma". Um fluxograma nada mais é do que o diagrama do fluxo do algoritmo, dando corpo e forma ao desenvolvimento do seu raciocínio. Um exemplo que utiliza o algoritmo desenvolvido por nós é o seguinte:



À primeira vista, o diagrama pode parecer complicado, mas após um exame mais detalhado, a simplicidade de sua lógica ficará evidente. Para ler o diagrama, comece pelo canto superior esquerdo e siga as setas. Cada bloco é conectado ao próximo por setas indicando um sentido único. Em outras palavras, o fluxo possui um dado sentido, em geral de cima para baixo.

Observe que no bloco identificado por “#1” existe uma escolha entre as saídas, isto é, um “desvio”. Nesse ponto, a direção do fluxo é determinada pela resposta à questão contida dentro do bloco, que neste caso é “o conteúdo de  $R_E$  é maior ou igual a zero?”. A resposta “sim” canaliza o fluxo para a direita, enquanto que o “não” canaliza o fluxo para baixo.

Como você viu, um fluxograma pode ser muito útil na eliminação de dúvidas, particularmente as relativas a desvios e ciclos, onde existem opções na definição do fluxo do programa.

## Sub-rotinas

É provável que a primeira coisa que você notou ao examinar o programa da Álgebra Matricial foi seu surpreendente comprimento. É tão longo, que não cabe inteiramente na memória da calculadora. O que não fica evidente de imediato, é que se trata de um programa altamente condensado. Tal fato se deve ao proveito que o programa obtém dos repetidos padrões envolvidos na solução do problema. De fato, até mesmo a operação de obtenção da matriz inversa é repetida. Portanto, esta e diversas funções menores foram incorporadas como sub-rotinas do programa.

Tecnicamente, na linguagem da calculadora, uma sub-rotina pode ser composta de uma série de seqüências de teclas, começando por um rótulo ( **LBL**  $n$  ) e terminando com um retorno ( **RTN** ) ou com o final do programa. Tais fronteiras permitem a entrada e a saída de uma sub-rotina. (De fato, a entrada numa sub-rotina pode ser feita através de qualquer linha numerada. Veja na página 143, “Desvio Indireto a Rótulos e a Sub-rotinas”).

O acesso à sub-rotina é feito através do comando **GSB**  $n$  (Go to SuBroutine  $n$  = desviar para a sub-rotina  $n$ ). Observe que no corpo principal do programa da Álgebra Matricial (linhas 000 a 078), a instrução **GSB** 8 ocorre oito vezes. A cada vez, o fluxo é desviado de **GSB** 8 para **LBL** 8, as instruções localizadas entre **LBL** 8 e **RTN** são executadas, e o fluxo retorna à linha imediatamente seguinte a **GSB** 8.

A utilidade da sub-rotina fica inicialmente evidente na economia de espaço que é proporcionada. É melhor chamar a sub-rotina 8 com oito **GSB**'s do que re-escrever as instruções da sub-rotina oito vezes. Outro fato que você observa, ao empregar uma sub-rotina, é o aumento na organização. O programa fica fracionado em componentes cada qual mais fácil de ser lida e entendida do que o programa todo. Uma vez entendida a função de cada segmento, o programa pode ser inteiramente lido e melhor compreendido. Esta subdivisão também simplifica a correção de erros, os quais podem ser mais facilmente localizados e corrigidos, sem se afetar outras partes do programa.

### **ISG** Com **RCL** (i)

Quando você estiver procurando os padrões repetitivos do seu algoritmo, constitui-se uma boa prática a observação dos armazenamentos e recuperações, isto é, dos comandos **STO** 1... **STO** 2... **STO** 3, etc. Tais seqüências podem ser incorporadas às sub-rotinas através das funções **RCL** (i) e **STO** (i) da HP-11C. Esta técnica é efetivamente usada no programa da Álgebra Matricial.

A rotina "A" (linhas 079 a 101) calcula o determinante da matriz armazenada de  $R_5$  a  $R_3$ . Matematicamente, o determinante é assim calculado:

$$\begin{vmatrix} R_5 & R_6 & R_7 \\ R_8 & R_9 & R_{10} \\ R_{11} & R_{12} & R_{13} \end{vmatrix} = R_5(R_9 \times R_{13} - R_{10} \times R_{12}) - R_6(R_8 \times R_{13} - R_{10} \times R_{11}) + R_7(R_8 \times R_{12} - R_9 \times R_{11}).$$

Rearranjando-se a expressão temos:

$$-(R_{10} \times R_{12} \times \underline{R_5} + R_8 \times R_{13} \times \underline{R_6} + R_{11} \times R_9 \times \underline{R_7}) + R_7 \times R_{12} \times \underline{R_8} + R_5 \times R_{13} \times \underline{R_9} + R_6 \times R_{11} \times \underline{R_{10}}$$

O que obtivemos não foi apenas o padrão ( $R \times R \times R$ ) mas também a recuperação seqüencial de  $R_5$  a  $R_{10}$ . Estas duas características foram combinadas na sub-rotina 9 (linhas 001 a 009).

Nesta sub-rotina, **ISG** (*Increment, then Skip if Greater = incrementar, e então saltar se for maior*) é usada para incrementar o registrador I (veja "Incrementando e Decrementando o Registrador de Indexação", na página

134). Cada chamada da sub-rotina incrementa o conteúdo do registrador  $R_1$  de uma unidade e recupera o valor armazenado no registrador endereçado pelo conteúdo de  $R_1$  ( $RCL (i)$ ). Como a parte fracionária do conteúdo de  $R_1$  é sempre nula e a parte inteira é sempre maior do que zero, a linha imediatamente seguinte a  $ISG$  é sempre saltada. Por esta razão é que tal linha foi preenchida com uma instrução inócua ( $PSE$  neste caso).

Percorrendo o programa linha à linha ilustraremos o funcionamento da sub-rotina.

Instruções	Primeira Execução	Segunda Execução
<b>f</b> LBL A		
4		
STO I		
0		
RCL . 0		
RCL . 2		
GSB 9		
RCL 8		
RCL . 3		
GSB 9		
RCL 9		
⋮		
<b>f</b> LBL 9		
<b>f</b> ISG	I = 5	I = 6
<b>f</b> PSE	Saltada.	Saltada.
RCL (i)	Recupera $R_5$ .	Recupera $R_6$ .
x	$R_2 \times R_5$	$R_3 \times R_6$
x	$R_0 \times R_2 \times R_5$	$R_8 \times R_3 \times R_6$
+	$0 + R_0 \times R_2 \times R_5$	Soma ao total anterior.
STO 0	Armazena o total em $R_0$ .	Armazena o novo total em $R_0$ .
<b>g</b> RTN		

A economia de espaço fica evidente. Quatro linhas teriam de ser repetidas seis vezes, dando um total de 24 linhas. O uso da sub-rotina  $as$  reduziu a dez (incluindo 4  $STO I$  e excluindo  $STO 0$  que seria realizada de qualquer modo).

## Introdução de Dados

Ao escrever um programa, após a identificação dos dados necessários, você deve decidir como armazená-los. Existem diversas opções em função do espaço disponível e do número de dados a serem armazenados.

No programa de Resolução de Triângulos tínhamos três dados a serem fornecidos para cada um dos cinco casos: *LLL*, *ALA*, *LAA*, *LAL* e *LLA*. É claro que precisamos de cinco seqüências similares, porém distintas, de introdução de dados. Neste caso, como a HP-11C possui cinco teclas que podem ser definidas pelo usuário, a cada uma pode ser atribuída a função de introduzir as três variáveis de um determinado caso.

Existem vários métodos de carregamento de variáveis através das teclas definidas pelo usuário. Uma delas consiste em se armazenar os três dados nos seus próprios registradores, manualmente (por exemplo "A 1" **[STO]** 2, "L 1" **[STO]** 3, etc.), e então selecionar a rotina adequada através das teclas definidas pelo usuário para resolver o caso particular. Embora este método seja satisfatório quando se trabalha com poucas variáveis ou com pouco espaço para uma rotina de entrada de dados, ele é aborrecido e não tira proveito da economia de tempo e esforço proporcionados pelos recursos da HP-11C.

Outro método mais comum é o de "parar e armazenar". Consiste na escolha da tecla definida pelo usuário, correspondente ao caso a ser resolvido. O programa pára imediatamente, aguardando o fornecimento da 1ª variável. Em seguida basta pressionar **[R/S]** para reiniciar a execução. O programa armazena o dado no registrador adequado e pára, aguardando a próxima introdução. Este processo é repetido até que todos os dados sejam introduzidos. Versões mais sofisticadas deste método poderão ter ciclos que solicitem (através de "mensagens" pelo visor) as variáveis a serem introduzidas, e até mesmo permitir que você as reveja e modifique (veja o **[LBL]** A no programa do Sistema de Equações Lineares com 3 Incógnitas).

O método que escolhemos no programa de Resolução de Triângulos foi o de carregar a pilha operacional com nossos dados (temos apenas três) e escolher a tecla definida pelo usuário apropriada. A primeira função de cada tecla definida pelo usuário é a de armazenar os 3 dados nos registradores adequados, na seqüência **[STO]**  $R_A$ , **[R↓]**, **[STO]**  $R_B$ , **[R↓]**, **[STO]**  $R_C$ . Este método, embora limitado a programas com poucos dados de entrada, é rápido e fácil, e não requer muitas linhas de programa.

## Ciclos (“Looping”)

O programa do Método de Newton trata do problema comum de se obter uma solução aproximada de uma dada equação. Tais aproximações são necessárias porque a obtenção de raízes exatas de determinadas funções é muitas vezes difícil e, algumas vezes, impossível.

No programa do Método de Newton escolhemos um ponto  $x$  no qual a função  $f(x)$  existe e, esperamos, que seja próximo de uma raiz da função. (Aplicando um pouco de Álgebra elementar você conseguirá limitar o intervalo de existência da raiz) o. Em seguida, o programa ajusta a estimativa, calculando um valor mais próximo da raiz, baseado na estimativa inicial. O valor calculado é então usado para calcular um outro valor mais próximo. No limite, ao se repetir o processo infinitamente, a nova estimativa tenderia para a solução exata.

Vemos, então, que uma seção do programa deve ser sucessivamente repetida até que a resposta desejada seja obtida. Esta seção é denominada um “ciclo” (loop”). (O ciclo principal deste programa está compreendido entre as linhas 026 e 052). É claro que um número infinito de repetições implica num tempo de execução infinito, de forma que devemos definir o limite do número de iterações a ser realizado.

Um método para se definir tal limite é o de se inserir um contador no ciclo, de modo que cada vez que o ciclo é processado o contador é incrementado de uma unidade. O número total de iterações é então comparado com o máximo desejado. O programa sairá do ciclo quando estes 2 valores forem iguais. (Neste programa, o máximo é decrementado de uma unidade ao final de cada iteração e o ciclo se encerra quando o máximo chega a zero. Veja a linha 051). Observe que este método não garante nenhum padrão de precisão. Além disso, dependendo da função e da estimativa, o número de iterações necessário para se chegar a um resposta aceitável pode ser pouco razoável. Em outras palavras, mesmo interrompendo o processo após exatamente uma centena de iterações, a resposta poderá estar tão afastada da raiz real que não terá utilidade alguma.

Um método preferível é o de se testar os dois últimos valores computados, verificando se são ou não significativamente diferentes. Esta diferença, chamada de  $\Delta x$  *limite*, é definida e introduzida pelo usuário quando da inicialização do programa.

O formato de um ciclo desse tipo é o seguinte.

1. Armazena o  $\Delta x$  limite e a estimativa inicial.
2. Calcula e armazena a primeira aproximação obtida a partir da estimativa inicial.
3. Calcula e armazena a próxima aproximação à partir da estimativa modificada.
4. Recupera o valor da aproximação anterior e o subtrai do valor da aproximação atual.
5. Recupera o  $\Delta x$  limite e o compara com a magnitude da diferença calculada no item 4.
6. Se a magnitude da diferença for maior do que  $\Delta x$  limite, o ciclo tem seguimento.
7. Se a magnitude da diferença for menor do que  $\Delta x$  limite, sai do ciclo.

Observe que este método não garante a saída do ciclo. A primeira estimativa pode estar bastante afastada da raiz verdadeira ou a raiz pode até mesmo não existir. O melhor método é então uma combinação dos dois, como o utilizado neste programa.

Não é de todo evidente que a natureza de certas funções determine o aparecimento de raízes falsas. Tais raízes falsas ocorrem quando a inclinação da função é tão grande que a diferença entre duas aproximações sucessivas cai dentro do  $\Delta x$  limite. Este programa contém um procedimento para evitar que este fato ocorra, testando não somente o contador do ciclo e o  $\Delta x$  limite mas também o valor da função no ponto em questão. O valor da função é comparado com a tolerância para verificar quão perto de zero o usuário deseja que a solução fique.

## Indicadores

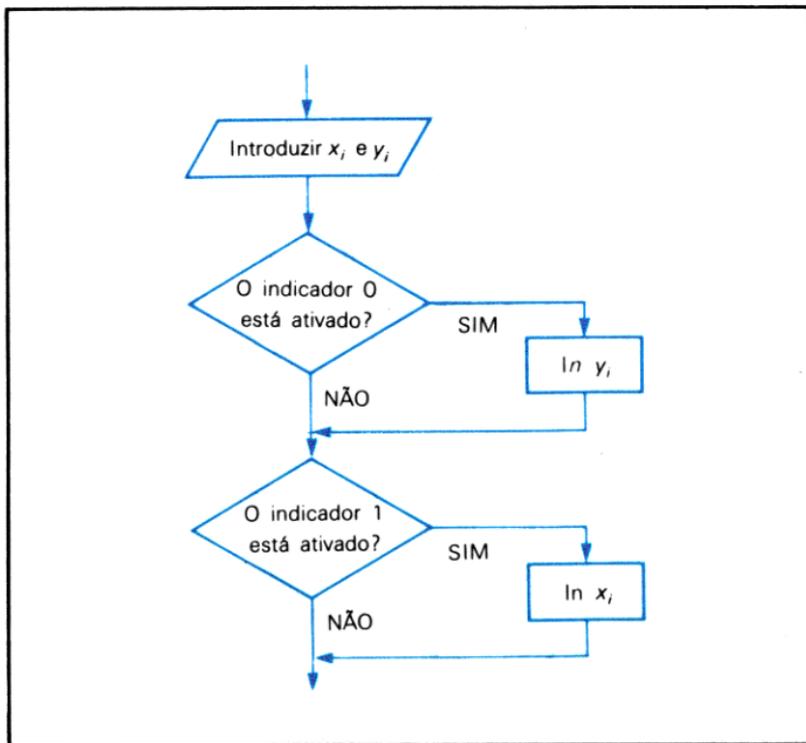
Ao escrever um programa que vai processar problemas distintos, de aspecto semelhante (mas não idêntico), os indicadores podem ser usados para controlar as diferenças no tratamento dos dados.

Os indicadores servem como “lembretes”. Por exemplo, quando um programa realiza um cálculo inicial opcional, um indicador pode ser ativado. Mais adiante, no programa podemos testá-lo para saber se a operação foi ou não realizada, por exemplo: “O indicador 0 está ativado?” (A operação foi realizada?). Dessa maneira, os indicadores são uma componente importante do poder da calculadora na tomada de decisões.

No programa do Ajuste de Curvas, existem 3 processos semelhantes que podem ser realizados em função da escolha da curva a ser ajustada. Para ilustrar o uso dos indicadores, vamos adicionar duas colunas à tabela da página 168.

Regressão	A	$X_i$	$Y_i$	Código	Indicador 0	Indicador 1
Exponencial	$\ln a$	$x_i$	$\ln y_i$	1	Ativado	Desativado
Logaritmica	$a$	$\ln x_i$	$y_i$	2	Desativado	Ativado
de Potência	$\ln a$	$\ln x_i$	$\ln y_i$	3	Ativado	Ativado

Os dois indicadores são inicialmente ativados pelo programa e, dependendo da escolha da curva a ser ajustada, um dos dois será desativado de acordo com a tabela acima. O estado dos dois indicadores determina o tratamento dos dados de entrada ( $x_i$  e  $y_i$ ) da seguinte maneira:



O tratamento do valor resultante (A) é semelhante.

O uso dos indicadores é muito conveniente neste caso. Este problema que aparentava necessitar de 3 programas separados para sua solução, é elegantemente resolvido com apenas um. O uso dos indicadores pode se tornar uma poderosa ferramenta para aumentar a eficácia de seus programas.

## Números Aleatórios

A HP-11C possui uma conveniente função interna ( $\boxed{\text{RAN}\#}$ ) que gera números pseudo-aleatórios. Por pseudo-aleatório queremos dizer que por mais poderosa que seja a calculadora (ou computador) esta não poderá gerar um número totalmente aleatório. A natureza da máquina é tal que ela realiza uma seqüência de passos sobre um dado e produz um resultado previsível. Assim, o gerador de números aleatórios da HP-11C usa um termo inicial (também conhecido como “semente”), armazenado pelo usuário, e realiza uma operação sobre o mesmo, produzindo um resultado geralmente imprevisível (para o usuário). Este resultado é sempre um número entre 0 e 1 (sem incluir o número 1).

Existem vários usos comuns para os números aleatórios, mas estes são mais freqüentemente encontrados nos programas de jogos. Isto parece razoável, uma vez que ninguém gosta de enfrentar um oponente redundante e completamente previsível. A caça ao submarino é um bom exemplo de um jogo desse tipo. O jogo requer o fornecimento de uma posição inicial do submarino que evade-se aleatoriamente.

Observe que o programa exige dois inteiros aleatórios, as coordenadas  $x$  e  $y$ , que devem ficar entre 0 e 9 (inclusive). Mas o gerador de números aleatórios somente fornece números entre 0 e 1, excluindo o número 1. Mas isso não é problema. Multiplicando-se o resultado do gerador por 10, se obtém números no intervalo 0 a 10 (excluindo o 10). Tomando-se a parte inteira deste último resultado, se obtém o conjunto dos inteiros de 0 a 9 (inclusive), que é o que desejamos. A sub-rotina que faz isso começa à partir do  $\boxed{\text{LBL}} 9$ .

Para ilustrar a facilidade da geração de faixas distintas de números aleatórios, vamos ver outro exemplo. Suponha que você queira um número real entre 34.5 e 98.36, incluindo o limite inferior e excluindo o limite superior. A rotina precisa apenas gerar os valores de 0 a 63.86 ( $98.36 - 34.50$ ) aos quais será somado 34.5. Esta faixa é facilmente gerada multiplicando-se 63.86 pelo resultado do gerador de números aleatórios.

## Teclas Definidas pelo Usuário

As cinco teclas **[A]**, **[B]**, **[C]**, **[D]** e **[E]**, que podem ser definidas pelo usuário, constituem um dos recursos mais úteis da HP-11C. Tais teclas são particularmente úteis para 3 aplicações:

1. Armazenamento de dados em registradores específicos (veja à página 220).
2. Escolha da execução de diferentes rotinas dentro de um programa.
3. Escolha da execução de diferentes programas na memória de programação.

As duas primeiras aplicações são empregadas no programa dos Cálculos Financeiros.

### Armazenando Dados

No programa dos cálculos financeiros, existem 5 dados que podem ser introduzidos pelo usuário: a taxa periódica de juros ( $i$ ), o número de períodos ( $n$ ), o valor presente ( $VP$ ), o pagamento periódico ( $PMT$ ) e o valor futuro ( $VF$ ). Como existem 5 teclas que podem ser definidas pelo usuário, podemos associar a cada uma delas uma rotina de armazenamento de dados em registradores específicos. Por exemplo, a rotina associada à tecla **[C]** começa com **[f]** **[LBL]** **[C]**, **[STO]** **[3]**, **[R/S]**. Cada vez que **[C]** é pressionada, o valor do registrador X da pilha operacional é armazenado em  $R_3$ . Dessa forma, podem ser armazenados até 5 valores, um associado a cada tecla. Além disso, tais valores podem ser armazenados em qualquer ordem. Basta introduzir o valor a ser armazenado e pressionar a tecla definida pelo usuário que for adequada.

### Selecionando Rotinas Diferentes

Um programa pode ser escrito para calcular mais do que um valor. A escolha do valor a ser calculado pode ser feita usando-se as teclas definidas pelo usuário. A tecla pressionada indicará qual o valor a ser calculado. No programa dos Cálculos Financeiros por exemplo ( $PMT$ ) é calculado pressionando-se a seguinte seqüência de teclas: **[D]** (identificando  $PMT$ ), **[R/S]** (para realizar o cálculo). Quando **[D]** é pressionada, o usuário está dizendo à calculadora para executar a rotina que começa com **[LBL]** **[D]**. Este programa coloca um valor sem significado em  $R_4$  e a calculadora fica posicionada no lugar adequado para calcular  $PMT$ . O valor armazenado em  $R_4$  é ignorado porque quando **[R/S]** é pressionada,  $PMT$  é calculado e o resultado é gravado sobre o conteúdo de  $R_4$ . Como você viu, as teclas definidas pelo usuário são muito úteis e podem servir a mais de um propósito.

## Condições de Erro

Se você tentar fazer um cálculo que contenha uma operação imprópria, digamos, uma divisão por zero, o visor apresentará a palavra **Error** seguida de um número. Para apagar uma mensagem de erro, pressione uma tecla qualquer.

### Error 0: Operação Matemática Imprópria

Argumento ilegal numa rotina matemática:

$\boxed{+}$ , onde  $x = 0$ .

$\boxed{y^x}$ , onde  $y = 0$  e  $x \leq 0$ , ou  $y < 0$  e  $x$  é um não inteiro.

$\boxed{\sqrt{x}}$ , onde  $x < 0$ .

$\boxed{1/x}$ , onde  $x = 0$ .

$\boxed{\text{LOG}}$ , onde  $x \leq 0$ .

$\boxed{\text{LN}}$ , onde  $x \leq 0$ .

$\boxed{\text{SIN}^\circ}$ , onde  $|x| > 1$ .

$\boxed{\text{COS}^\circ}$ , onde  $|x| > 1$ .

$\boxed{\text{STO}} \boxed{+}$ , onde  $x = 0$ .

$\boxed{\Delta\%}$ , onde o valor no registrador  $Y$  é zero.

$\boxed{\text{HYP}^\circ} \boxed{\text{COS}}$ , onde  $|x| < 1$ .

$\boxed{\text{HYP}^\circ} \boxed{\text{TAN}}$ , onde  $|x| > 1$ .

$\boxed{C_{Y,x}}$ , onde:

1.  $x$  ou  $y$  não são inteiros.
2.  $x$  ou  $y$  são menores do que zero.
3.  $x > y$
4.  $x \geq 10^{10}$

$\boxed{P_{Y,x}}$  (casos idênticos aos de  $\boxed{C_{Y,x}}$ ).

### Error 1: Ultrapassagem da Capacidade ("Overflow") do Registrador de Armazenamento.

Ultrapassagem da capacidade do registrador de armazenamento (exceto para  $\boxed{\Sigma+}$ ,  $\boxed{\Sigma-}$ ). A magnitude do valor contido num registrador de armazenamento seria maior do que  $9.999999999 \times 10^{99}$ .

### Error 2: Operação Estatística Imprópria

$\boxed{\bar{x}}$   $n = 0$

$\boxed{S}$   $n \leq 1$

$\boxed{\hat{r}_r}$   $n \leq 1$

$\boxed{\text{L.R.}}$   $n \leq 1$

**Observação:** A mensagem **Error 2** também pode ser obtida no caso da divisão por zero ou de extração de raiz quadrada de um número negativo, durante o cálculo de uma das seguintes fórmulas:

$$s_x = \sqrt{\frac{M}{n(n-1)}} \quad s_y = \sqrt{\frac{N}{n(n-1)}} \quad r = \frac{P}{\sqrt{M \cdot N}}$$

$$A = \frac{P}{M} \quad B = \frac{M \sum y - P \sum x}{n \cdot M} \quad (A \text{ e } B \text{ são os valores calculados pela operação$$

**L.R.**, onde  $y = Ax + B$ )

$$\hat{y} = \frac{M \sum y + P(n \cdot x - \sum x)}{n \cdot M}$$

onde

$$M = n \sum x^2 - (\sum x)^2$$

$$N = n \sum y^2 - (\sum y)^2$$

$$P = n \sum xy - \sum x \sum y$$

### Error 3: Número de Registrador Impróprio

O registrador de armazenamento mencionado é no momento um componente da memória de programação ou um registrador de armazenamento que não existe.

### Error 4: Número Impróprio de Linha ou Referência a Rótulo Impróprio.

O número da linha referida está atualmente desocupado ou não existe ( $> 203$ ), ou foi tentada a carga de mais do que 203 linhas de memória de programação, ou o rótulo referido não existe.

### Error 5: Nível de Encadeamento de Sub-rotinas Acima do Limite.

Encadeamento de mais de 4 sub-rotinas.

### Error 6: Número de Indicador Impróprio

Tentativa de uso de código de indicador  $> 1$ .

### **Error 9: Erro no Auto-Teste**

Veja “Verificando a Operação Adequada” na página 240.

#### **Pr Error**

O conteúdo da Memória Contínua foi apagada devido a uma falha de energia.

# Manipulação da Pilha Operacional e o Registrador ÚLTIMO X (LAST X)

A sua HP-11C foi projetada para operar de uma maneira natural. À medida em que foi trabalhando através deste manual, poucas vezes você se viu forçado a pensar a respeito da operação da pilha automática de memória - simplesmente realizou os cálculos da mesma maneira que os faria com lápis e papel, uma operação a cada vez.

Haverá ocasiões, no entanto, particularmente ao programar a HP-11C, em que você desejará saber o efeito de uma determinada operação envolvendo a pilha operacional. A explicação que se segue deverá ajudá-lo nesse sentido.

## Término da Introdução de Dígitos

A maioria das operações da calculadora, tanto quando executadas como instruções, como quando pressionadas pelo teclado, causam o término da introdução de dígitos. Isto significa que a calculadora sabe que quaisquer dígitos que você introduzir após qualquer uma destas operações, farão parte de um novo número.

## Manipulação da Pilha Operacional

Há 3 tipos de operações na calculadora, que afetam o deslocamento do conteúdo da pilha operacional de maneiras diferentes. São as operações de *bloqueio*, *ativação* e *neutras* da pilha operacional.

### Operações de Bloqueio

Existem 4 operações da calculadora que causam o bloqueio da pilha operacional\*. Tais operações bloqueiam o deslocamento do conteúdo da pilha operacional, fazendo com que o número introduzido após a execução de uma delas seja gravado sobre o número anteriormente existente no registrador X, sem que o conteúdo da pilha operacional seja deslocado para cima.

Estas operações especiais de bloqueio são:

ENTER   CL<sub>1</sub>    $\Sigma+$     $\Sigma-$

\* Veja o rodapé da página 29.

## Operações de Ativação

A maioria das operações efetuadas pelo teclado, incluindo as funções matemáticas de um ou dois argumentos, tais como  $\sqrt{x}$  e  $\times$ , são operações de *ativação* da pilha operacional. Tais operações ativam o deslocamento do conteúdo da pilha operacional, de forma que um número introduzido após a execução de uma operação de ativação faz com que o conteúdo da pilha operacional suba. Observe que as operações de comutação do modo de programação (PRGM) ao de execução (RUN) e a de ligar/desligar a calculadora, são instruções de ativação

T →				
Z →				
Y →		<b>4.0000</b>	<b>4.0000</b>	<b>53.1301</b>
X →	<b>4</b>	<b>4.0000</b>	<b>3</b>	<b>5.0000</b>
Teclas →	<b>4</b>	<b>ENTER</b> A pilha operacional fica bloqueada.	<b>3</b> O conteúdo da pilha operacional não sobe.	<b>g</b> <b>⇨P</b> A pilha operacional fica ativada.

T →				
Z →				
Y →	<b>53.1301</b>	<b>53.1301</b>	<b>53.1301</b>	<b>53.1301</b>
X →	<b>0.0000</b>	<b>7</b>	<b>1.0000</b>	<b>9</b>
Teclas →	<b>g</b> <b>CLx</b> A pilha operacional fica bloqueada.	<b>7</b> O conteúdo da pilha operacional não sobe.	<b>Σ+</b> A pilha operacional fica bloqueada.	<b>9</b> O conteúdo da pilha operacional não sobe.

## Operações Neutras

Algumas operações, tais como **CHS** e **FIX**, são neutras; isto é, não alteram o estado anterior da pilha operacional. Dessa forma, se você havia previamente bloqueado o deslocamento do conteúdo da pilha operacional para cima, pressionando **ENTER**, ao pressionar **f** **FIX** *n* e introduzir um novo número, este seria gravado sobre o conteúdo anterior do registrador X e o conteúdo da pilha operacional não subirá. Da mesma forma, se você

havia previamente ativado o deslocamento do conteúdo da pilha operacional para cima, executando, digamos,  $\boxed{x^2}$ , ao executar  $\boxed{\text{FIX}}$  seguida por uma seqüência de dígitos, o conteúdo da pilha operacional subiria.

As operações seguintes são neutras na HP-11C:

$\boxed{\text{FIX}}$   
 $\boxed{\text{SCI}}$   
 $\boxed{\text{ENG}}$   
 $\boxed{\text{DEG}}$   
 $\boxed{\text{RAD}}$   
 $\boxed{\text{GRD}}$

$\boxed{\text{GTO}} \boxed{\cdot} nnn$

$\boxed{\text{BST}}$

$\boxed{\text{SST}}$

(No modo RUN,  
 $\boxed{\text{SST}}$  pode executar uma  
instrução sem ativar a  
pilha operacional.

$\boxed{\text{MEM}}$

$\boxed{\text{USER}}$

$\boxed{\text{P/R}}$

$\boxed{\text{CLEAR}} \boxed{\text{PREFIX}}$

$\boxed{\text{CLEAR}} \boxed{\text{REG}}$

$\boxed{\text{CLEAR}} \boxed{\Sigma}$

$\boxed{\text{CHS}}^*$

$\boxed{\text{PREFIX}}$

$\boxed{\text{R/S}}$

$\boxed{\text{PSE}}$

## Último X (LAST X)

As operações seguintes preservam x no registrador LAST X:

$\boxed{-}$

$\boxed{+}$

$\boxed{\times}$

$\boxed{\div}$

$\boxed{\rightarrow\text{H.MS}}$

$\boxed{\rightarrow\text{H}}$

$\boxed{\text{ABS}}$

$\boxed{\rightarrow\text{R}}$

$\boxed{\rightarrow\text{D}}$

$\boxed{\Sigma+}$

$\boxed{\Sigma-}$

$\boxed{\%}$

$\boxed{\Delta\%}$

$\boxed{\hat{i},r}$

$\boxed{|x|}$

$\boxed{\text{FRAC}}$

$\boxed{\text{INT}}$

$\boxed{\text{LN}}$

$\boxed{e^x}$

$\boxed{\text{LOG}}$

$\boxed{10^x}$

$\boxed{\text{SIN}}$

$\boxed{\text{SIN}^\circ}$

$\boxed{\text{COS}}$

$\boxed{\text{COS}^\circ}$

$\boxed{\text{TAN}}$

$\boxed{\text{TAN}^\circ}$

$\boxed{\sqrt{x}}$

$\boxed{x^2}$

$\boxed{1/x}$

$\boxed{y^x}$

$\boxed{\rightarrow\text{R}}$

$\boxed{\rightarrow\text{P}}$

$\boxed{\text{P}_{r,x}}$

$\boxed{\text{C}_{r,x}}$

$\boxed{\text{RND}}$

$\boxed{\text{HYP}} \boxed{\text{SIN}}$

$\boxed{\text{HYP}} \boxed{\text{COS}}$

$\boxed{\text{HYP}} \boxed{\text{TAN}}$

$\boxed{\text{HYP}^\circ} \boxed{\text{SIN}}$

$\boxed{\text{HYP}^\circ} \boxed{\text{COS}}$

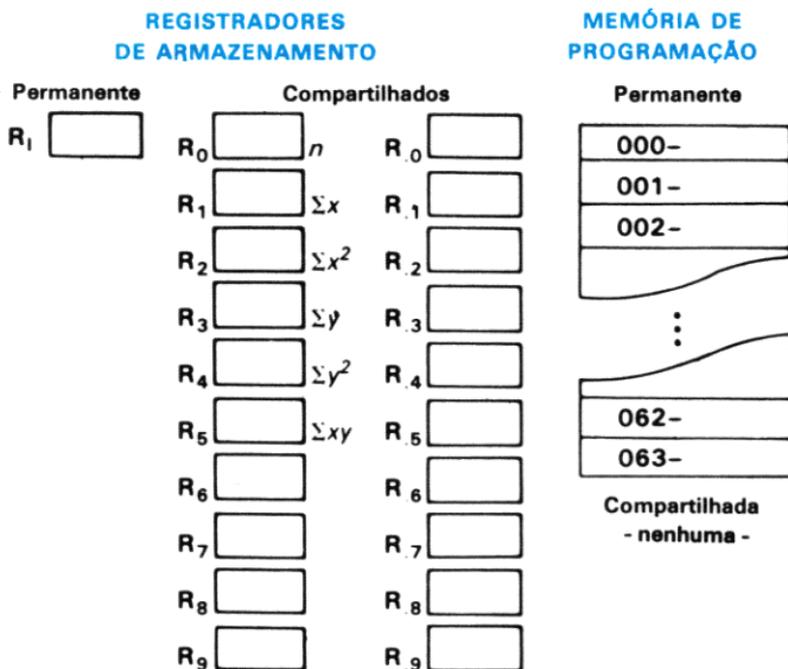
$\boxed{\text{HYP}^\circ} \boxed{\text{TAN}}$

\*  $\boxed{\text{CHS}}$  é neutra durante a introdução de dígitos pelo teclado, como em 1, 2, 3,  $\boxed{\text{CHS}}$ , para se introduzir -123; ou em 123  $\boxed{\text{EEX}} \boxed{6} \boxed{\text{CHS}}$  para se introduzir  $123 \times 10^6$ . De qualquer outra maneira,  $\boxed{\text{CHS}}$  ativa o deslocamento do conteúdo da pilha operacional.

# Como Funciona a Realocação Automática de Memória

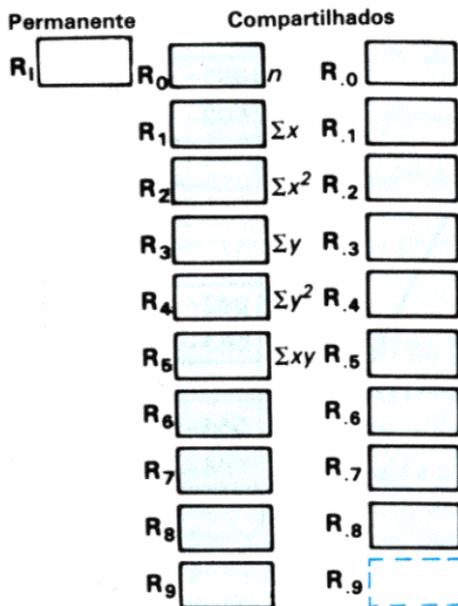
## Convertendo Registradores de Armazenamento em Memória de Programação

A alocação automática de memória, projetada para sua a sua HP-11C, dá a você uma maior versatilidade, possibilitando a conversão de registradores de armazenamento em linhas da memória de programação somente quando necessário. Você começa programando com 63 linhas de memória de programação e 20 registradores de armazenamento de dados (além do registrador de indexação  $R_1$  descrito na seção 9). Em programas com até 63 instruções, a alocação é feita da seguinte maneira:

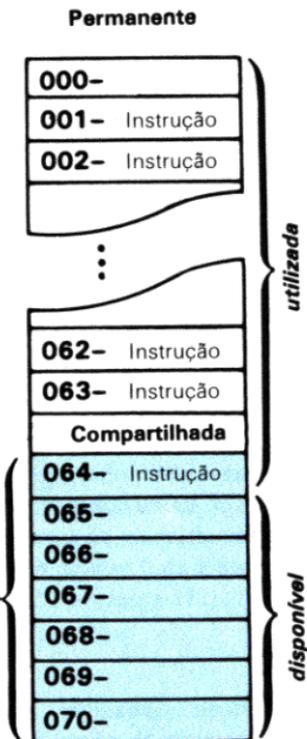


Quando você introduz a 64ª instrução de programa, o registrador de armazenamento R<sub>9</sub> é convertido em 7 linhas de memória de programação adicionais. Agora a alocação de memória fica a seguinte:

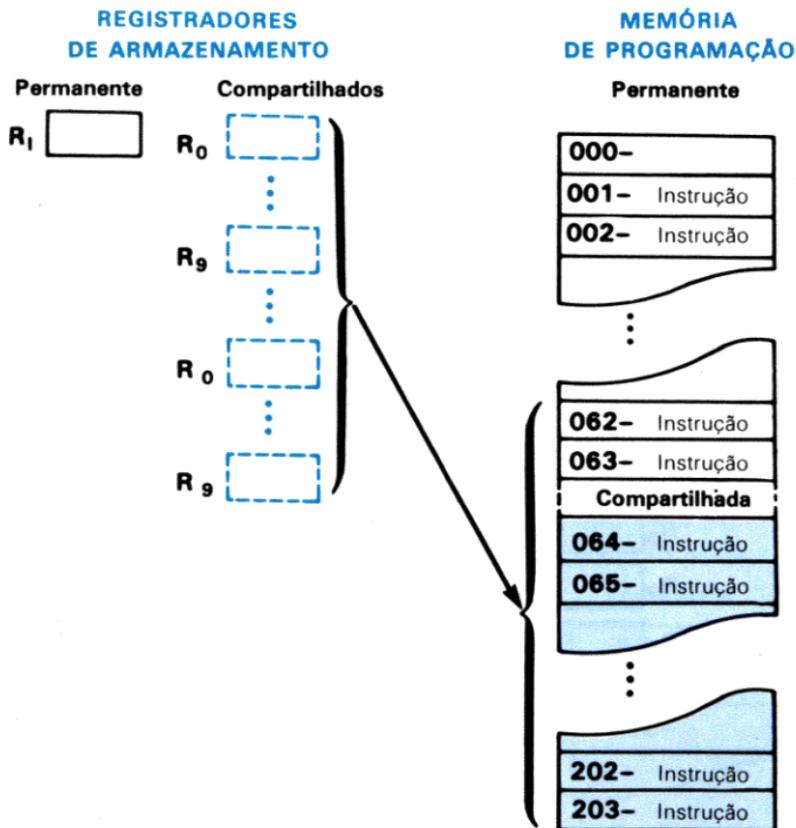
**REGISTRADORES DE  
ARMAZENAMENTO**



**MEMÓRIA DE  
PROGRAMAÇÃO**



Quando você grava todas as 203 linhas da memória de programação, os registradores da memória da calculadora ficam da seguinte forma:



Observe que ao invés dos 21 registradores de armazenamento originais (R<sub>0</sub> a R<sub>9</sub>, R<sub>0</sub> a R<sub>9</sub> e R<sub>1</sub>) temos agora apenas o registrador R<sub>1</sub> não compartilhável. O que ocorreu aos registradores de armazenamento R<sub>0</sub> a R<sub>9</sub> e R<sub>0</sub> a R<sub>9</sub>? Eles foram convertidos em memória de programação a uma razão de 7 linhas por registrador. A tabela da página 80 mostra a alocação das linhas da memória de programação com relação aos seus respectivos registradores de armazenamento.

Como você pode ver, cada vez que o espaço disponível à programação é preenchido, o comando seguinte causa automaticamente a conversão do registrador de armazenamento de endereço mais alto em 7 linhas adicio-

nais de memória de programação. Por exemplo, ao se preencher as primeiras 70 linhas e se introduzir um comando na linha 71, ocorrerá a conversão do registrador  $R_8$  em 7 linhas adicionais de memória de programação (as linhas 71 a 77), e assim por diante.

**Observação:** A sua HP-11C converte os registradores de armazenamento em linhas de programação em ordem numérica inversa, de  $R_9$  a  $R_0$  e de  $R_9$  a  $R_0$ . Por este motivo, constitui uma boa prática de programação utilizar as operações **STO** e **RCL** com os registradores de armazenamento na ordem oposta, ou seja, começando pelo registrador  $R_0$ . Este procedimento evita a programação acidental de **STO** e **RCL** com registradores de dados que tenham sido convertidos em memória de programação. Lembre-se também de que a calculadora não retém os dados armazenados anteriormente em registradores que foram convertidos em linhas da memória de programação.

## Convertendo Memória de Programação em Registradores de Armazenamento

Ao se pressionar **f** CLEAR **PRGM** no modo PRGM, converte-se toda a memória compartilhada (linhas 064 a 203) nos registradores de armazenamento  $R_0$  a  $R_9$ . Entretanto, a supressão de linhas individuais da memória de programação permite a você converter partes da memória compartilhada em registradores de armazenamento sem apagar toda a memória de programação. (Veja “Suprimindo Instruções”, à página 111).

### Usando **MEM**

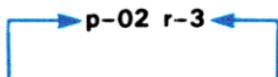
A função **MEM** (*MEMory = memória*) da sua calculadora, descreve a alocação atual de memória, dentro ou fora do modo de programação. Quando você pressiona **g** **MEM**, estando ocupadas 44 linhas da memória de programação, você verá no visor o seguinte:

← p-19 r-.9 →

Linhas que restam a ser utilizadas antes que a calculadora converta automaticamente um registrador de armazenamento em 7 linhas adicionais de programação

Próximo registrador de armazenamento a ser convertido.

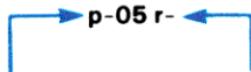
Se você pressionar **g** **MEM** estando ocupadas 173 linhas da memória de programação, você verá no visor o seguinte:



Linhas que restam a ser utilizadas antes que a calculadora converta automaticamente um registrador de armazenamento em 7 linhas adicionais de programação.

Próximo registrador de armazenamento a ser convertido.

Se você pressionar **g** **MEM** estando ocupadas 198 linhas da memória de programação, você verá no visor o seguinte:



Linhas que restam a ser utilizadas antes que *toda* a memória de programação seja ocupada.

Não existem mais registradores a serem convertidos em memória de programação.

Como  $R_1$  é um registrador permanente de armazenamento, com funções especiais, não é afetado pela operação **MEM**.

**Observação:** Lembre-se de que as operações estatísticas envolvem os registradores  $R_0$  a  $R_5$ . Se um ou mais desses 6 registradores forem convertidos em linhas de memória de programação, o visor apresentará a mensagem **Error 3** se for tentada a execução de qualquer função estatística.

## Bateria, Garantia e Informações sobre Assistência Técnica

### Baterias

A HP-11C é acionada por 3 baterias. A HP-11C foi projetada para operar durante 6 meses ou mais, em uso “normal”, com um conjunto de baterias alcalinas. As baterias fornecidas com a calculadora são alcalinas, mas também podem ser usadas as de óxido de prata (que deverão durar o dobro do tempo).

Um conjunto de 3 baterias alcalinas novas proporcionarão no mínimo 80 horas de execução *contínua* de um programa (que é o uso de maior consumo das baterias). Um conjunto de 3-baterias de óxido de prata novas proporcionarão no mínimo 180 horas de execução *contínua* de um programa. Se a calculadora estiver sendo usada para outras operações que não a execução de um programa, o consumo de energia será bem menor. Se apenas o visor estiver aceso, não sendo pressionada nenhuma tecla nem executado nenhum programa, o consumo de energia será mínimo.

Se a calculadora permanecer desligada, um conjunto de baterias novas preservará o conteúdo da Memória Contínua por um período de tempo equivalente ao período de duração das baterias quando fora da calculadora: 1,5 anos, no mínimo, para baterias alcalinas e 2 anos, no mínimo, para baterias de óxido de prata.

A duração real das baterias varia com a frequência de uso da calculadora, e se você a utiliza mais para cálculos manuais ou na execução de programas, e quais as funções que você emprega\*.

#### CUIDADO

Não tente recarregar as baterias; não armazene as baterias próximas a fontes de calor; não jogue as baterias no fogo. Ao fazê-lo, as baterias poderão vaziar ou explodir.

---

\* O consumo da HP-11C varia com o modo de uso da calculadora: desligada (sendo preservada a Memória Contínua); parada (ociosa) (estando apenas o visor ligado); ou “em operação” (executando um programa, realizando um cálculo ou tendo sido pressionada uma tecla). Quando a calculadora está ligada, o seu uso típico é uma mistura de tempo ocioso e de “operação”. Além disso, a duração real das baterias depende do tempo gasto em cada um dos 3 modos.

As baterias fornecidas com a calculadora, bem como as relacionadas abaixo, para substituição, não são recarregáveis.

Ao substituir as baterias descarregadas da sua HP-11C por novas, recomendamos o uso de uma das seguintes:

<b>Alcalinas</b>	<b>Óxido de Prata</b>
Eveready	Eveready 357
UCAR A76	UCAR 357
RAY-O-VAC RW 82	RAY-oVAC RS76 ou RW42
National ou Panasonic LR 44	Duracell MS76

### **Indicação de Bateria Fraca**

Estando ligada, a calculadora indica a condição de bateria fraca através de um asterisco que fica piscando no canto inferior esquerdo do visor

Se a calculadora estiver com baterias alcalinas:

- Ela poderá ser usada para a execução contínua de programas durante, no mínimo, as 2 horas subseqüentes à aparição do asterisco, pela primeira vez, no visor\*.
- Se desligada, o conteúdo da Memória Contínua será preservado durante, no mínimo o mês subseqüente à aparição do asterisco, pela primeira vez, no visor.

Se a calculadora estiver com baterias de óxido de prata:

- Ela poderá ser usada para a execução contínua de programas durante, no mínimo, os 15 minutos subseqüentes à aparição do asterisco, pela primeira vez, no visor\*.
- Se desligada, o conteúdo da Memória Contínua será preservado durante, no mínimo, a semana subseqüente à aparição do asterisco, pela primeira vez, no visor.

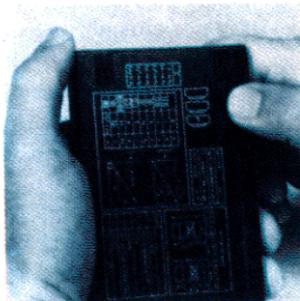
### **Substituição das Baterias**

A Memória Contínua da calculadora é preservada por algum tempo quando as baterias estão fora da calculadora (desde que você desligue a calculadora antes de remover as baterias). Isto dá a você tempo suficiente para substituir as baterias sem perder dados ou programas. Se a calculadora ficar muito tempo sem as baterias, o conteúdo da Memória Contínua poderá ser perdido.

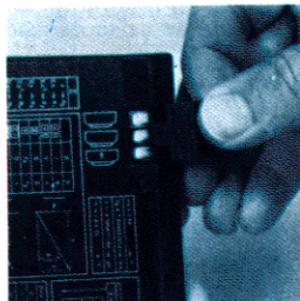
\* Observe que o tempo mencionado é o mínimo disponível para a *execução contínua de um programa*, ou seja, em operação "Contínua" (como está descrito no rodapé anterior). Em cálculos manuais (num misto entre os modos ocioso e de "operação"), a calculadora poderá ser usada por um tempo bem maior, antes da primeira aparição do asterisco.

Para instalar as novas baterias, faça o seguinte:

1. Desligue a calculadora.
2. Segure a calculadora como na foto e pressione a porta do compartimento das baterias para fora até que ela se abra ligeiramente.



3. Segure a borda externa da porta do compartimento das baterias. Puxe-a para cima, retirando-a da calculadora.



**Observação:** Nos dois próximos passos, tome o cuidado de não pressionar tecla alguma enquanto as baterias estiverem fora da calculadora; se isto acontecer, o conteúdo da Memória Contínua e o controle do teclado poderão ser perdidos (ou seja, a calculadora poderá não responder às teclas pressionadas).

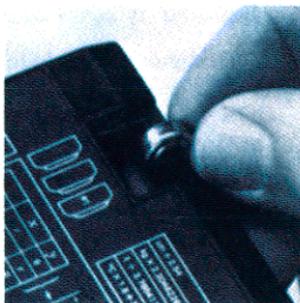
4. Vire a calculadora e balance-a delicadamente, até que as baterias caiam na palma da sua mão.



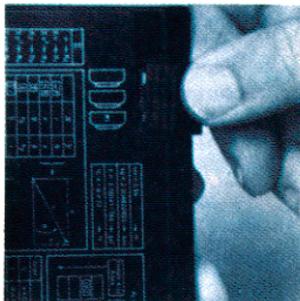
#### CUIDADO

No próximo passo, substitua *todas as três baterias* por outras novas. Se você trocar apenas uma ou duas, uma das antigas poderá vaziar. Além disso, tome o cuidado de não inverter a polaridade das mesmas; se isto acontecer, o conteúdo da Memória Contínua poderá ser perdido e as baterias poderão ser danificadas.

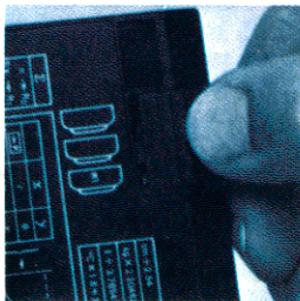
5. Coloque as 3 baterias novas no compartimento de baterias. Elas devem ser posicionadas de modo que seus lados planos (marcados com +) fiquem de frente para o apoio de borracha adjacente, conforme a ilustração existente na caixa da calculadora.



6. Insira a saliência da porta do compartimento de baterias na fenda existente na caixa da calculadora.



7. Feche a porta do compartimento até que esta fique nivelada com o corpo da máquina, e então empurre-a até ficar bem encaixada.



8. Pressione **ON** para ligar a calculadora. Se por algum motivo a Memória Contínua tiver sido apagada (ou seja, se o conteúdo tiver sido perdido), o visor apresentará a mensagem **Pr Er**ror. Pressionando-se qualquer tecla, a mensagem será apagada.

## Verificando a Operação Adequada (Auto-Testes)

Se você não conseguir ligar a calculadora ou se algo não estiver funcionando adequadamente, faça o seguinte:

Para uma calculadora que não responde ao acionamento de teclas:

1. Pressione as teclas  $y^x$  e **ON** simultaneamente e solte-as. Isto irá alterar o conteúdo do registrador X, portanto apague-o após esta operação.

2. Se a calculadora ainda não responder ao acionamento de teclas, remova e recoloque as baterias.  
Certifique-se de que as baterias estejam corretamente posicionadas no seu compartimento: os lados planos (marcados com +) devem estar voltados para o apoio de borracha.
3. Se a calculadora ainda não responder ao acionamento de teclas, *deixe as baterias no compartimento* e provoque um curto-circuito entre os terminais das baterias.  
As baterias devem permanecer no compartimento para que não se cause danos internos na calculadora.  
Utilize um clip de papel ou pedaço de fio e conecte brevemente os terminais.  
*O contato deve ser apenas momentâneo.*  
Os terminais são duas linguetas metálicas ou uma combinação de uma mola com um terminal rígido localizados dentro do compartimento da bateria.  
Após fazer isto, o conteúdo da memória contínua será perdido, e você pode precisar pressionar a tecla  mais do que uma vez para ligar a calculadora novamente.
4. Se a calculadora não ligar, coloque baterias novas.  
Se ainda não houver resposta, a calculadora necessita ser reparada.

Para uma calculadora que responde ao acionamento de teclas:

1. Com a calculadora desligada, mantenha a tecla  pressionada e pressione a tecla  .
2. Solte a tecla  e então solte a tecla  .  
Com isto será iniciado um teste completo dos circuitos eletrônicos da calculadora.  
Se tudo estiver funcionando corretamente, dentro de aproximadamente 25 segundos (durante os quais o visor apresentará a palavra **RUNNING**) o visor deverá mostrar — **8,8,8,8,8,8,8,8,8,8**, e todos os indicadores de estado ficarão ativados (exceto o \* indicador de bateria fraca). \*  
Se o visor mostrar **ERROR 9**, apagar ou não apresentar o resultado correto, a calculadora necessita ser reparada †.

**Observação:** Os circuitos eletrônicos da calculadora podem também ser testados se a tecla  ou a tecla  forem mantidas pressionadas enquanto a tecla  é solta. † ‡.

Estes testes foram incluídos na calculadora para verificação da sua operação nas fases de produção e reparo.

Se você suspeita que a calculadora não esteja funcionando corretamente, embora tenha apresentado no visor a configuração descrita no passo 2, é provável que você tenha cometido um engano ao operá-la.  
Sugerimos que você leia novamente a parte do manual relativa à operação desejada.

Se você ainda tiver dificuldades, escreva ou telefone à Hewlett-Packard; veja assistência técnica.

## Garantia Limitada de um Ano

### O que Faremos

A HP-11C (com exceção às baterias ou danos causados pelas baterias) é garantida pela Hewlett-Packard, contra defeitos de material e montagem por um ano à partir da data da compra original. Se você a vender ou presentear, a garantia será automaticamente transferida ao novo proprietário e permanecerá em efeito com relação ao período original de um ano. Durante o período de garantia, nós repararemos ou, a nosso critério, substituiremos sem qualquer ônus, o produto comprovadamente defeituoso, quando for enviado, com porte pago, a um dos Postos de Recebimento para Assistência Técnica da Hewlett-Packard.

---

\* Alguns dos indicadores de estado ativados ao final deste teste não são normalmente mostrados pela HP-11C.

† Se a calculadora apresentar a mensagem **Error 9** como resultado do teste  $\boxed{\times}$  /  $\boxed{\text{ON}}$  ou do teste  $\boxed{+}$  /  $\boxed{\text{ON}}$ , e você deseja continuar usando-a, apague a Memória Contínua como está descrito à página 20.

‡ A combinação  $\boxed{+}$  /  $\boxed{\text{ON}}$  inicia um teste semelhante ao descrito acima, mas prossegue indefinidamente. Pressionando-se uma tecla qualquer, o teste será encerrado em 25 segundos. A combinação  $\boxed{+}$  /  $\boxed{\text{ON}}$  inicia um teste de teclado e do visor. Quando a tecla  $\boxed{\text{ON}}$  é solta, certos segmentos do visor serão acesos. Para executar o teste, as teclas deverão ser pressionadas em ordem, da esquerda para a direita, ao longo de cada linha, da linha superior à inferior. À medida que cada tecla é pressionada, diferentes segmentos do visor são acesos. Se a calculadora estiver funcionando adequadamente e *todas as teclas forem pressionadas na ordem correta*, a calculadora apresentará o número 11 após o acionamento da última tecla (A tecla  $\boxed{\text{ENTER}}$  deverá ser pressionada tanto na 3ª como na 4ª linha). Se a calculadora não estiver funcionando adequadamente, ou se uma tecla for pressionada fora de ordem, o visor apresentará a mensagem **Error 9**. *Observe que se o visor apresentar a mensagem de erro em consequência do acionamento de uma tecla errada, isto não indicará que a calculadora precisa ser reparada.* Este teste pode ser encerrado pressionando-se qualquer tecla fora da ordem acima mencionada (o que, é claro, fará com que a mensagem **Error 9** seja apresentada). Tanto a mensagem **Error 9** como o número 11 serão eliminados pressionando-se uma tecla qualquer.

## O que Não Está Coberto

*Baterias, e danos causados pelas baterias, não estão cobertos pela garantia da Hewlett-Packard. Informe-se com o fabricante de baterias a respeito das baterias ou garantia relativa à vazamento de baterias.*

Esta garantia não se aplicará nos casos em que o produto tiver sido danificado por acidente, uso indevido, ou como resultado de serviços ou modificações realizadas por outros que não os Postos de Assistência Técnica da Hewlett-Packard.

Nenhum outro tipo de garantia expressa será dado. A iniciativa de reparo ou substituição do produto é exclusivamente do usuário.

## Obrigatoriedade de Realização de Modificações

Os produtos HP são vendidos tendo por base as especificações aplicáveis por ocasião da fabricação. A Hewlett-Packard não se obriga a modificar ou atualizar seus produtos, depois que estes são vendidos.

## Informações sobre a Garantia

Se você tiver dúvidas sobre esta garantia, faça a gentileza de contactar um Revendedor Autorizado Hewlett-Packard ou um Posto de Assistência Técnica. Se você não conseguir contactá-los, escreva para:

- No Brasil

### **Hewlett-Packard do Brasil Ind. e Com. Ltda.**

Alameda Rio Negro, 750 - Alphaville  
Rodovia Castelo Branco - Km 23.5  
06400 - Barueri, São Paulo - SP

- Nos Estados Unidos

**Hewlett-Packard**

1000 N.E. Circle Blvd.

Corvallis, OR 97330

Telephone: (563) 758-1010

Toll-Free Number: (800) 547 - 3400 (exceto no  
Oregon, Hawaii e Alaska)

- Na Europa

**Hewlett-Packard S.A.**

7, rue du Bois-du-lan

P.O. BOX

CH - 1217 Meyrin 2

Geneve

Switzerland

Telephone: (022) 83 81 11

**Observação:** Não envie a calculadora a este endereço para reparos.

- Em outros países:

**Hewlett-Packard Intercontinental**

3495 Deer Creek Rd.

Palo Alto, California 94304

U.S.A.

Telephone: (415) 857-1501

**Observação:** Não envie a calculadora a este endereço para reparos.

## Assistência Técnica

A Hewlett-Packard mantém postos de assistência técnica em muitos países. Você poderá mandar consertar a sua calculadora num posto de assistência técnica sempre que ela precisar de reparos, esteja ou não na garantia. Existe um custo para consertos feitos após o período de um ano da garantia.

As calculadora Hewlett-Packard são normalmente reparadas e devolvidas em 5 (cinco) dias úteis à partir da data de recebimento no posto de assistência técnica. Este prazo é uma estimativa média, podendo variar em função da época do ano e da carga de trabalho do posto de assistência técnica. O tempo total que você ficará sem a sua calculadora dependerá largamente dos serviços de despacho utilizados.

## Como Obter Assistência Técnica nos Estados Unidos

O Centro de Serviços dos Estados Unidos para calculadoras portáteis fica em Corvallis, Oregon:

### Hewlett-Packard Company

Corvallis Division Service Department  
P.O. BOX 999/1000 N.E. Circle Blvd  
Corvallis, Oregon 97330 U.S.A.  
Telephone: (503) 757-2000

## Como Obter Assistência Técnica na Europa

Os postos de Assistência Técnica são mantidos nas localidades abaixo. Para os países não relacionados, entre em contato com o revendedor onde você adquiriu a sua calculadora.

### AUSTRIA

HEWLETT-PACKARD GmbH  
Kleinrechner-Service  
Wagramerstr.-Liebigasse  
A-1220 VIENNA  
Telephone: (222) 35.16.20

### BÉLGICA

HEWLETT-PACKARD BELGIUM SA./NV  
Boulevard de la Woluwe 100  
Woluwelaan  
B - 1200 BRUSSELS  
Telephone: (2) 762 32 00

### DINAMARCA

HEWLETT-PACKARD A/S  
Datavej 52  
DK-3460 BIRKEROD (Copenhagen)  
Telephone: (02) 81 66 40

### ALEMANHA

HEWLETT-PACKARD GmbH  
Kleinrechner-Service  
Vertriebszentrale  
Berner Strasse 117  
Postfach 560 140  
D-8000 FRANKFURT 56  
Telephone: (611) 50041

### ITÁLIA

HEWLETT-PACKARD ITALIANA S.P.A.  
Casella postale 3645 (Milano)  
Via G. Di Vittorio, 9  
I-20063 CERNUSCO SUL NAVIGLIO (Milan)  
Telephone: (2) 90 36 91

### EUROPA

Veja o endereço mencionado para a  
Austria.

### FINLÂNDIA

HEWLETT-PACKARD OY  
Revontulentie 7  
02100 ESPOO 10 (Helsinki)  
Telephone: (90) 455 02 11

### FRANÇA

HEWLETT-PACKARD FRANCE  
Division Informatique Personnelle  
S.A.V. Calculateurs de poche  
F-91947 Les Ulis Cedex  
Telephone (6): 907 78 25

### ESPAÑA

HEWLETT-PACKARD ESPANOLA S.A.  
Calle Jerez 3  
E-MADRID 16  
Telephone: (1) 458 2600

### SUÉCIA

HEWLETT-PACKARD SVERIGE AB  
Enighetsvagen 3  
Box 205 02  
S 161 BROMMA 20 (Stockholm)  
Telephone: (8) 730 05 50

**HOLANDA**

HEWLETT-PACKARD NEDERLAND B.V.  
Van Heuven Goedhartlaan 121  
N-1181 KK AMSTELVEEN (Amsterdam)  
P.O. Box 667  
Telephone: (020) 472021

**NORUEGA**

HEWLETT-PACKARD NORGE A/S  
P.O. Box 34  
Oesterndalen 18  
N-1345 OESTERAAS (Oslo)  
Telephone: (2) 17 11 80

**SUIÇA**

HEWLETT-PACKARD (SCHWEIZ) AG  
Kleinrechner-Service  
Allmend 2  
CH-8967 WIDEN  
Telephone: (057) 50111

**REINO UNIDO**

HEWLETT-PACKARD Ltd  
King Street Lane  
GB-WINNERSH, WOKINGHAM  
BERKSHIRE RG11 5AR  
Telephone (734) 784 774

## Informações sobre a Assistência Técnica Internacional

Nem todos os Postos de Assistência Técnica da Hewlett-Packard oferecem assistência técnica para todos os modelos de calculadoras HP. Contudo, se você adquiriu sua calculadora em um revendedor autorizado Hewlett-Packard, você pode ter certeza de que o serviço estará disponível no país onde se deu a aquisição.

Se acontecer de você estar fora do país onde se deu a aquisição, entre em contato com o Posto de Assistência Técnica local para verificar se a mesma pode ser nele reparada. Se não puder, faça a gentileza de remetê-la para:

**Hewlett-Packard Company**

100 N.E. Circle Boulevard  
Corvallis, Oregon, 97330  
U.S.A.

Todos as despesas para envio e reimportação são de sua responsabilidade.

## Custo de Reparos na Assistência Técnica

Existe uma taxa fixa para os reparos feitos fora da garantia. Os encargos incluem todo o trabalho e o material empregado. Nos Estados Unidos, o custo total está sujeito aos impostos locais sobre serviços e vendas.

Nos países europeus, o custo total está sujeito ao VAT (Value Added Tax = taxa adicionada ao valor) e outras semelhantes conforme o local do conserto. Todas estas taxas serão relacionadas explicitamente na nota de despesa.

As calculadoras danificadas por acidente ou negligência não estão cobertas por taxas fixas. Nestes casos, o custo será individualmente determinado em função do material e tempo gastos no reparo.

### **Garantia de Reparos Feitos pela Assistência Técnica**

O material e a mão de obra dos reparos feitos fora da garantia são garantidos por 90 dias a partir da data do serviço.

### **Instruções de Remessa para Reparos**

Se a sua calculadora precisar de reparos, envie-a com os seguintes itens:

- O Cartão de Serviço preenchido, incluindo a descrição do problema.
- A nota de compra ou qualquer outro comprovante da data de aquisição (se a garantia de um ano não tiver expirado).

A calculadora, o Cartão de Serviço contendo uma breve descrição do problema e (se necessário) a nota de compra, devem ser acondicionados na embalagem original de despacho ou em outra embalagem que ofereça proteção adequada, para evitar danos de transporte. Tais danos não são cobertos pela garantia de um ano; a Hewlett-Packard sugere que você faça um seguro ao enviar a calculadora ao Posto de Assistência Técnica. A calculadora, adequadamente embalada, deve ser enviada ao endereço constante no Cartão de Serviço. No caso de dúvidas consulte o revendedor autorizado. (Se você não estiver no país onde a calculadora foi originalmente adquirida, leia as “Informações sobre Assistência Técnica Internacional” dadas acima.

Quer a calculadora esteja ou não no período de garantia, as despesas de remessa ao Posto de Assistência Técnica Hewlett-Packard correrão por sua conta. Nos reparos feitos dentro do período de garantia, a Hewlett-Packard arcará com as despesas de devolução ao proprietário.

Nos reparos feitos fora do período de garantia, o proprietário, por ocasião do recebimento, deverá pagar as despesas de frete e o custo do serviço de reparos (aplicável nos Estados Unidos e alguns outros países).

### **Informações Adicionais**

Não existem contratos de manutenção. Os circuitos e o projeto são propriedade da Hewlett-Packard, não estando à disposição dos usuários os Manuais de Serviço.

Para quaisquer outras informações ou esclarecimentos relacionados a serviços, não previstos neste manual solicitamos a gentileza de contactar o posto de assistência técnica mais próximo.

## Informações sobre Vendas e Produto

Para obter tais dados, escreva para:

Hewlett-Packard do Brasil Ind. e Com. Ltda.  
Alameda Rio Negro, 750 - Alphaville  
Rodovia Castelo Branco - km 23.5  
06400 - Barueri, São Paulo - SP

## Especificações de Temperatura

- Quando em Operação: 0° a 55°C(32° a 131°F)
- Quando Guardada: -40° a 65°C(-40° a 149°F)

## Regulamento sobre Interferências em Rádio-Freqüência da Comissão Federal de Comunicações (FCC - EUA)

A HP-11C gera a sua energia de rádio-freqüência e se não for instalada e usada adequadamente, ou seja, estritamente de acordo com as instruções do fabricante, poderá causar interferências na recepção de rádio e televisão. A HP-11C foi classificada pela Comissão Federal de Comunicações (FCC) dos E.U.A. como dispositivo computacional da Classe B, estando de acordo com as especificações da Sub-parte J da Parte 15 das Regras da FCC, que proporcionam uma proteção razoável contra tais interferências em instalações domésticas. No entanto, não garantimos que não haja interferência numa determinada instalação. Caso a sua HP-11C esteja interferindo na recepção do seu rádio ou televisor (o que pode ser determinado ligando-se a desligando-se a calculadora), tente eliminar o problema, adotando um ou mais dos procedimentos abaixo:

- Reoriente a antena receptora.
- Altere a posição da calculadora com relação ao receptor.
- Coloque a calculadora num local mais distante do receptor.

Se necessário, consulte um técnico em rádio e televisão que seja experiente, para obter outras sugestões. O folheto "*How to Identify and Resolve Radio-TV Interference Problems*", preparado pela Federal Communications Commission, poderá ajudá-lo. Solicite-o ao U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 20402, Stock N. 004 - 000 - 00345-4.

# Índice de Técnicas de Programação

Fornecemos abaixo um índice abreviado de várias funções úteis e procedimentos empregados na Parte III “Resolução Programada de Problemas”. Os números de páginas em negrito indicam as referências primárias; os números em tipo normal indicam referências secundárias.

Ciclos (Loops): **156**, 008-016; **162**, -**163**, 026-067; **165-166**, 009-028; **171**, 018-030; **178**, 128-132; **184-185**, 005-022, 035-085; **189**, 018-021, 025-039; **195**, 004-012.

Desvios condicionais: **162**, 037; **163**, 060, 065; **166**, 055; **171**, 026; **177**, 075; **188**, 010; **203**, 023, 058; **204**, 069, 083, 087, 115.

**DSE** : **156**, 042; **162**, 051

**GTO** **I** : **171**, 026

Indicadores (Flags): **149**, 065, 071; **150**, 087, 095; **170**, 010, 011; **171**, 014, 017, 020, 023, 040, 054, 057; **189**, 008, 012, 016, 041; **195**, 007, 009, 011; **196**, 072; **202**, 004, 008; **203**, 021, 046, 050; **204**, 107.

Introdução de Dados (Rotinas) **156**, 008-016; **162**, 001-016; **165**, 001-003, 004-008; **171**, 018-030; **176-177**, 001-006, 022-027, 038-043, 055-060, 087-092; **202-203**, 001-005, 006-013, 017-022; **195**, 001-003, 013-015, 031-033, 039-041, 052-054; **184**, 001-004, 023-025.

**ISG** : **148**, 022; **150**, 083; **156**, 015; **157**, 081, 086; **178**, 131.

**L.R.** (regressão linear) e funções correlatas: **171**, 029, 036, 039, 045, 056; **184**, 003, 024, 033, 042; **189**, 023.

**RAN#** : **202**, 009; **205**, 134.

**RCL** **(i)** : **148**, 004; **150**, 080; **156**, 012, 044; **178**, 129.

Saída de Resultados (Rotinas): **156-157**, 019, 055-063; **171**, 038-048, 053-058; **178**, 122-132; **184**, 005-022; **185**, 081-083.

**STO** (i) : **156**, 014.

**STO** + n: **166**, 016, 018, 024, 026, 049; **189**, 010, 014; **203**, 019, 043.

**STO** × n: **162**, 019.

Sub-rotinas: **148-149**, 001-009, 010-067, 057-068, 069-078; **150**, 079-085; **156**, 020-048, 041-048; **157**, 064-091, 077-091; **162-163**, 054-066; 068; **166**, 046-050, 051-059; **177**, 093-114; **178**, 117-134; **196**, 063-087, 088-092; **203-205**, 029-040, 054-062, 063-079, 065-069, 075-079, 080-088, 089-094, 095-098, 099-118, 111-118, 119-123, 121-123, 133-139.

Teclas do Usuário: **148**, 010; **149**, 079; **150**, 086; **156**, 001, 049; **162**, 001, 017; **163**, 068; **165**, 001; **166**, 011, 021, 029, 033; **170**, 001; **171**, 038, 049, 053; **176**, 001, 022, 038, 055; **177**, 087; **184**, 001, 005, 023, 035; **189**, 001, 018, 022, 025, 040; **195**, 001, 013, 031, 039, 052; **202**, 001, 006; **203**, 017, 041; **204**, 124.

**√** (i) : **157**, 079, 084, 089.

# Índice das Teclas de Funções

**ON** Liga e desliga o visor da calculadora (Página 16).

## Conversões

**↔R** Converte a magnitude polar e o ângulo  $\theta$  contidos nos registradores X e Y, para coordenadas retangulares  $x$  e  $y$ . (Página 52).

**↔P** Converte as coordenadas retangulares  $x$ ,  $y$ , contidas nos registradores X e Y, para a magnitude polar  $r$  e para o ângulo  $\theta$ . (Página 52).

**↔H.MS** Converte horas decimais (ou graus) para horas, minutos e segundos (ou graus, minutos, segundos) (Página 47).

**↔H** Converte horas, minutos, segundos (ou graus, minutos, segundos) para horas

decimais (ou graus) (Página 48).

**↔RAD** Converte graus para radianos (Página 48).

**↔DEG** Converte radianos para graus (Página 48).

## Introdução de Dígitos

**ENTER** Introdz um registrador Y uma cópia do número contido no registrador X; é utilizada para separar números introduzidos em seqüência (Página 27).

**CHS** Muda o sinal do número ou do expoente de 10 contido no registrador X. (Página 17).

**EEX** Introdz expoente. Depois de pressionada, os dígitos introduzidos a seguir compoem um expoente de 10. (Página 73).

Teclas dos dígitos de 0 a 9.

**.** Ponto decimal. (Página 16)

## Controle do Visor

**FIX** Seleciona a apresentação em ponto fixo (Página 69).

**SCI** Seleciona a apresentação em notação científica (Página 70).

**ENG** Seleciona a apresentação em notação de Engenharia (Página 72).

Mantissa. Pressionando-se

**f** CLEAR **PREFIX** são apresentados no visor todos os 10 dígitos significativos do conteúdo do registrador X; eles se manterão no visor enquanto a tecla **PREFIX** estiver pressionada; apaga qualquer seqüência

parcial de teclas (veja CLEAR **PREFIX** )  
(Página 74).

## Funções Hiperbólicas

**HYP** **SIN**,

**HYP** **COS**,

**HYP** **TAN**

Calculam, respectivamente, o seno hiperbólico, o cosseno hiperbólico e a tangente hiperbólica do valor contido no registrador X. (Páginas 49-50).

**HYP** **SIN**,

**HYP** **COS**,

**HYP** **TAN**

Calculam, respectivamente, o arco-seno hiperbólico, o arco-cosseno hiperbólico ou o arco-tangente hiperbólico, do conteúdo do registrador X. (Páginas 49-50).

## Controle do Registrador de Indexação

**I** Registrador de Indexação ( $R_1$ ).

Utilizado com **STO** e

**RCL** como um simples registrador de armazenamento. Usado

também para o controle do número de operações de incremento/decremento e para o controle indireto do visor e da execução do programa. (Página 133).

contador o valor especificado como decremento. Salta uma linha do programa se o novo valor do contador for maior do que o valor especificado como teste. (Página 134 ).

**$x \geq 1$**  Troca o conteúdo do registrador X com o conteúdo de  $R_1$ . (Página 134 ).

**(i)** Comando de operações indiretas. Utilizado com **STO** e

**RCL** para o armazenamento e recuperação indiretos de dados e para realizar operações aritméticas indiretas nos registradores de armazenamento. (Página 136 ).

**$x \geq (i)$**  Troca o conteúdo do registrador X com o do registrador endereçado pelo conteúdo de  $R_1$ . (Página 136 ).

**DSE** Decrementa e salta quando for menor ou igual. Subtrai do

**ISG** Incrementa e salta se for maior. Soma ao contador o incremento especificado. Salta uma linha do programa se o novo valor do contador for maior do que o valor especificado como teste. (Página 134 ).

## Funções Logarítmicas e Exponenciais

**LN** Calcula o logaritmo natural do valor contido no registrador X. (Página 49).

**$e^x$**  Antilogaritmo Natural. Eleva  $e$  à potência do número contido no registrador X. (Página 49).

**LOG** Calcula o logaritmo comum (na base 10) do valor contido no registrador X. (Página 49).

**10<sup>x</sup>** Antilogaritmo comum. Eleva 10 à potência do valor contido no registrador X. **(Página 49).**

**Y<sup>X</sup>** Eleva o conteúdo do registrador Y à potência do número contido no registrador X. **(Página 50).**

## Matemática

**- + × ÷**

Operadores aritméticos. **(Página 21).**

**$\sqrt{x}$**  Calcula a raiz quadrada do conteúdo do registrador X. **(Página 45).**

**$x^2$**  Calcula o quadrado do conteúdo do registrador X. **(Página 45).**

**x!** Calcula o fatorial ou a função Gama,  $\Gamma(1+x)$ , do conteúdo do registrador X. **(Página 44).**

**1/x** Calcula o inverso do conteúdo do registrador X. **(Página 44).**

**$\pi$**  Coloca o valor de pi (3.141592654) no registrador X. **(Página 43).**

## Alteração de Números

**RND** Arredonda a mantissa de 10 dígitos do conteúdo do registrador X segundo o formato de apresentação no visor. **(Página 43).**

**ABS** Dá o valor absoluto do conteúdo do registrador X. **(Página 43).**

**INT** Deixa apenas a parte inteira do conteúdo do registrador X, truncando a sua parte fracionária. **(Página 43).**

**FRAC** Deixa apenas a parte fracionária do conteúdo do registrador X, truncando a sua parte inteira. **(Página 43).**

## Porcentagem

**%** Porcentagem. Calcula  $x\%$  do conteúdo do registrador Y. **(Página 50).**

**$\Delta\%$**  Diferença percentual. Calcula a variação percentual entre o conteúdo do registrador Y e o do registrador X. **(Página 51).**

## Teclas de Prefixo

**f** Pressionada antes de uma tecla de função, seleciona a função impressa em dourado, acima da tecla. **(Página 20).**

**g** Pressionada antes de uma tecla de função, seleciona a função impressa em azul na face oblíqua da tecla. **(Página 20).**

CLEAR **PREFIX** cancela as teclas de prefixo **f** e **g** e instruções que tenha sido parcialmente introduzidas, tais como, **f SCI** ou **g HYP**. Também apresenta a mantissa de 10 dígitos do valor contido no registrador X. **(Página 21).**

## Probabilidade

**P<sub>1</sub>,x** Permutação. Calcula o número de sub-conjuntos

ordenados que podem ser formados tomando-se  $x$  elementos, sem repetições, de um conjunto de  $y$  elementos distintos. **(Página 53).**

**Cr,x** Combinação. Calcula o número de sub-conjuntos não ordenados que podem ser formados tomando-se  $x$  elementos, sem repetições, de um conjunto de  $y$  elementos distintos. **(Página 54).**

### Manipulação da Pilha Operacional

**x $\geq$ y** Troca o conteúdo dos registradores X e Y da pilha operacional. **(Página 28).**

**R $\downarrow$**  Gira o conteúdo da pilha operacional para baixo. **(Página 28).**

**R $\uparrow$**  Gira o conteúdo da pilha operacional para cima. **(Página 28).**

**CLx** Apaga o conteúdo do registrador X, apresentado no visor, zerando-o. **(Página 17).**

### Estatística.

**CLEAR  $\Sigma$**  Apaga os registradores de armazenamento estatístico ( $R_0$  a  $R_5$ ) e os registradores da pilha operacional, zerando-os **(Página 56).**

**$\Sigma+$**  Acumula nos registradores  $R_0$  a  $R_5$  estatísticas dos números contidos nos registradores X e Y. **(Página 56).**

**$\Sigma-$**  Subtrai dos registradores  $R_0$  a  $R_5$  estatísticas dos números contidos nos registradores X e Y, para a correção dos dados introduzidos por  **$\Sigma+$** . **(Página 60).**

**$\bar{x}$**  Calcula a média aritmética dos valores de  $x$  e  $y$  acumulados por  **$\Sigma+$** . **(Página 61).**

**S** Calcula os desvios padrão das amostras dos valores de  $x$  e  $y$  acumulados por  **$\Sigma+$** . **(Página 62).**

**$\hat{r}$**  Estimativa Linear e Coeficiente de Correlação. Calcula o valor estimado de  $y$  ( $\hat{y}$ ) para um dado valor de  $x$ , pelo método dos mínimos quadrados, colocando o resultado no registrador X. Calcula o coeficiente de correlação ( $r$ ) da estimativa linear dos dados, medindo com que precisão os pares de dados (se traçados num gráfico de coordenadas) se aproximam de uma reta; o resultado é colocado no registrador Y. **(Página 66).**

**L.R.** Regressão Linear. Calcula a intersecção com o eixo  $y$  ( $B$ ) e a inclinação ( $A$ ) da função linear  $y = Ax + B$  que melhor se aproxima dos valores  $(x,y)$  acumulados por  **$\Sigma+$** . O valor de  $B$  é colocado no registrador X; o valor de  $A$  é colocado no registrador Y. **(Página 64)**

**RAN#** Coloca um número pseudo-aleatório no registrador X; a seqüência pseudo-aleatória é gerada à

partir de um termo inicial (“semente”) armazenado com **STO** **RAN#** (Página 55).

## Armazenamento

**STO** Armazena. Seguida por um endereço (0 a 9, .0 a .9, **I** ou **(i)**), armazena o conteúdo do visor no registrador de armazenamento especificado. (Página 37).

**RCL** Recupera. Seguida por um endereço (0 a 9, .0 a .9, **I** ou **(i)**), recupera no visor o conteúdo do registrador de armazenamento especificado. (Página 38).

**CLEAR** **REG** Apaga o conteúdo de todos os registradores de armazenamento, zerando-os. (Página 39).

**LSTx** Recupera no visor o número apresentado antes da realização da última operação. (Página 28).

## Trigonometria

**DEG** Ativa o modo graus decimais para as funções trigonométricas, o que é indicado pela ausência dos anúncios **GRAD** ou **RAD**. (Página 46).

**RAD** Ativa o modo radianos para as funções trigonométricas,

o que é indicado pelo anúncio **RAD**. (Página 46).

**GRD** Ativa o modo graus para as funções trigonométricas, o que é indicado pelo anúncio **GRAD**. (Página 46).

**SIN** · **COS** · **TAN** Calculam o seno, cosseno ou tangente, respectivamente, do valor contido no registrador X. (Página 46).

**SIN<sup>-1</sup>**, **COS<sup>-1</sup>**, **TAN<sup>-1</sup>** Calculam, respectivamente, o arco-seno, arco-cosseno ou arco-tangente do conteúdo do registrador X. (Página 46).

# Índice Remissivo

Os números de páginas em tipo negrito indicam referências primárias; os números em tipo normal indicam referências secundárias.

## A

---

- Ajuste de curvas, **168-174**
  - programa, indicadores, **222-224**
- Álgebra matricial
  - endereçamento indireto, **218**
  - incrementando, **218**
  - sub-rotinas, **217**
- Algoritmo, **213-215**
- Algoritmo da equação quadrática, **214-217**
- Alocação, memória, 8, **79**
- Alocação, memória atual, **80**
- Anuidades; (veja Finanças).
- Anúncio, **16**
  - f, **21**
  - g, **21**
  - PRGM**, 19, **82**, 84, 89, 91
  - USER**, **83**, 92
- Apagando
  - linha de programa, **83**, 103
  - Memória Contínua, **20**, 38, 46, 56, 79, 228, 240
  - memória de programação, **83**
  - mensagens de erro, **19**
  - pilha operacional, **56**
  - registradores de armazenamento de dados, **39**
  - registradores estatísticos, **56**, 59
  - visor, **17-18**
- Apontador do topo da memória, **84**
- Aritmética com constantes, **35**, 36-37
- Armazenando números, **37**
- Assistência Técnica, 240, **243-246**
  - instruções de remessa, **246**
  - garantia, **246**
- Ativação da pilha operacional, 29, **230**
- Auto-teste, **241**

**B**

- Baterias, **237-240**  
 instalando, **238-240**  
 substituindo, **241**

**C**

- Cálculos em Cadeia, **31-33**  
 Carregando um Programa, **89-90**  
 Ciclo ("loop"), **118-119**, 249  
   condições, método de Newton, **161**  
   contador, 133, **134**, 139-141  
   controle condicional, **118-119**  
    $\Delta x$  limite, **221-222**  
   equações, álgebra matricial, **154**  
   saída, **118-119**, 133, 134-136, 139-141, 221-222  
   valor de controle, **134**  
 Códigos de teclas, **81-82**, 85-86  
 Coeficiente de determinação, **169**  
 Condicional, **116-117**  
 Contador, ciclo, **221**  
 Cramer, regra, 168, **172-173**  
 Curvas exponenciais, 168, **173-174**  
 Curvas logarítmicas, 168, **173-174**  
 Curvas de potência, **168**, 174

**D**

- Decrementando, **134-135**, 221  
 Desativação (bloqueio) da pilha operacional, **21**, 29, 38, 229  
 Desligamento automático ("time-out"), **16**  
 Desvio  
   condicional, **116-117**  
   incondicional, **116**  
 Determinante,  
   álgebra matricial, **146-154**  
   sistema de equações lineares, **155**  
**DSE**, limites, **141**

**E**

- Eliminando instruções de um programa, **111-113**  
 Endereçamento indireto, 133, **136**, 218-219  
   aritmética com registradores de armazenamento, **137**, 142  
   armazenamento e recuperação, **137**, 142  
   desvio, **136-137**, 143

- intercâmbio, **136**, 142
- número de linha, 136, **137**, 144
- sub-rotinas, **137**, 143
- tabelas, **138**
- Endereço,
  - indireto: (veja Endereçamento indireto).
  - registrador de armazenamento, **37-40**
  - rótulo, **83,98**
- Energia,
  - bateria fraca, **238**
  - consumo, **237**
  - falha, 46, 55, **228**
- Equações simultâneas, álgebra matricial, **218**
- Erro
  - apagando, **20**
  - arredondamento, **75**, 161, 175
  - assistência técnica, 228, 241, **243-246**
  - indicador, **228**
  - Memória Contínua, **20**, 228, 240
  - mensagem, 19, **228-229**
  - recuperação, **33**
  - registradores estatísticos, **227-228**, 235
  - regra de Simpson, **165-168**
  - sub-rotina, **127**, 228
- Erro de arredondamento, **75**
- Especificações de temperatura, **247**
- Estatística da distribuição  $t$  (de Student), **183-188**
- Estatísticas,
  - acumuladas, corrigindo, **60**
  - apagando registradores estatísticos, **56-60**
  - erro, **227**, 237
  - indicadores, calculadora, **241**
  - precisão, **58**
  - registradores, 239, **237**
  - registradores de armazenamento, **57-58**
- Executando rótulos, **83**
- Executando um programa, **91-92**
- Expoente, limitações, **74**
  - sinal, 72, **74**, 75

**F**

- Finalizando um programa, **88**
- Finanças, **192-201**
- Fluxograma, 122, **215-217**, 223
- Função de um número, **21**, 24, 44-50
- Funções alternativas do teclado, **20-21**, 83
- Funções de dois números, **22**, 24, 29, 50-55
  - somatórios, **56**
- Funções não programáveis, **92**
- Funções para a alteração de números, **43**
- Funções primárias do teclado, **20**, 83

**G**

- Garantia, **242**
- Girar para baixo, **28**
- Girar para cima, **28**
- Go to (desviar para),
  - indireto, **137-138**, 143-144
  - linha, edição, **102-103**, 108
  - rótulo, **117**
  - sub-rotina, **125-126**, 217
  - sub-rotina, álgebra matricial, **217**

- Incrementando, **134-135**, 138-141, 221
  - limites, **141**
  - uso com endereçamento indireto, **218-219**
- Indicação de bateria fraca, **238**
- Indicadores, 19, 101, **117**, 121-124, 222-223
- Índice Remissivo, **258-267**
- Índice de Teclas de Funções, **251-255**
- Índice das Teclas de Programação, **256-257**
- Índice de Técnicas de Programação, **249-250**
- Informações sobre a garantia, **242**
- Inicializando, **101**
- Iniciando um programa, **88**
- Integração numérica, **165-168**
- Interrupção de um programa, 83, **95-96**, 97
- Introdução de dígitos
  - encerramento, **17**, 18, 229
  - novo número, **17**, 24
- Introduzindo dados, **220**
- Introduzindo variáveis, **220**

## L

LAST X (Último X), 8, 28, **32-34**, 84, 231

apagando, **39**

constante, **35**

diferença porcentual, **51**

estatísticas, **32-33**

porcentagens, **50**

probabilidades, **53**

$\Sigma+$ , **61**

$i.r$ , **65**

Limite,  $\Delta x$ , **221**

Linha à linha, 102, **104-106**

execução do programa, **104-106**

Linha anterior, **102**, 106, 109

Linha 000; (Veja Topo da memória).

## M

Malha, corrente de um circuito, **153**

Mantissa, 21, 69, 70, 72, **74**

Marca de raiz, **16**

Memória,

alocação, **81**

conversão; (veja Realocação da memória de programação).

convertendo em registradores de armazenamento, **235-236**

função  $\overline{MEM}$ , 81, 235-236

realocação automática, **78-81**, 232-235

Memória Contínua, **19**, 79, 82, 101

apagando, **20**, 38, 46, 56, 79, 228, 240

apresentação no visor, **69**

erro, **20**, 228, 240

indicadores, 19, **116**

modos trigonométricos, **46**

perda, **238**, 239

substituindo as baterias, 20, **238-239**

termo inicial ("semente") de processo aleatório, **55**

Memória de programação, 8, **82**, 84-85

apagando, **82**

eliminando instruções, **111-113**

final, **88**

ocupada, **88**, 91, 105, **110**

percorrendo-a de cima para baixo ("Scrolling"), **84**, 91, 131

topo, **83**

- Memória de programação compartilhável; (veja Memória de programação).
- Memória de programação ocupada, **88, 91, 105, 110**
- Memória de programação, percorrendo de cima para baixo, **84, 91, 131**
- Memória de programação permanente, **79, 232**
- Mínimos quadrados, **170**
- Modo
- de apresentação no visor, **69**
  - do usuário, **83, 92**
  - trigonométrico, **19, 46, 175**
- Modo de execução, (“RUN”), **20**
- “running” (em execução), **18, 92**
  - tecla, **82**

## N

---

- Neutro, estado da pilha operacional, **230-231**
- Newton, método, **160-164**
- ciclos, **221**
- Número aleatório, **55-56, 249**
- Número de controle, **133**
- Número de linha, **79-80**
- Números negativos, **17**
- Número pseudo-aleatório; (veja Número aleatório).

## O

---

- ON**, **10-16**
- Operação adequada da calculadora, **240-241**
- Operação da calculadora à prova de falhas, **240-241**
- Operação imprópria da calculadora, **240-241**
- Ordem de introdução, **22**

## P

---

- Parar e armazenar, **220**
- Pilha automática de memória; (veja Pilha Operacional).
- Pilha operacional, **8, 84**
- apagando, **38, 56, 57**
  - ativando, **29, 230**
  - automática, de memória, **26-27**
  - bloqueando, **21, 29, 38, 229**
  - deslocamento do conteúdo para baixo, **26-27, 30, 31, 32**
  - deslocamento do conteúdo para cima, **26-27, 29, 31, 32, 38**

inalterado (estado), **26-27**

**L.R.** (regressão linear), **64**

manipulação, **27-28**

memória, **229-231**

operações neutras, 229, **230-231**

porcentagem, **50**

**RCL**  $\Sigma+$ , **58**

**S**, **62**

$\Sigma+$ , **57**

$\bar{x}$ , **61**

$\hat{r}, r$ , **66**

Precisão; (veja Erro de arredondamento).

Prefixo

apagando, **21**

teclas, **21, 83, 84, 133**

**PRGM**, anúncio, **20, 82, 84, 92**

Problema, definição, **213**

Programa

auto-inicialização, **101**

eliminando instruções, **18, 103, 111-113**

erros, **101**

estrutura, **206-210**

execução, **92, 121, 124**

exemplo de modificação, **106-113**

inserindo instruções, **107, 110**

interrupção, **83, 95-96, 97**

modo, **20**

paradas, **89-93, 95**

pausas, **93-95**

planejando, **213-217**

rótulos, **98**

tecla, **82**

teclas de controle, **256-257**

Programa - Exemplo,

da Área de um Círculo, **89**

da Caça ao Submarino, **201**

da Inclinação de uma Reta, **127**

da Perda de Calor, **12**

da Regra de Simpson, **165**

da Regra do Trapézio, **165**

da Resolução de Triângulos, **175**

do Sistema de Equações Lineares, **155**

do Teorema de Pitágoras, **103-104**  
 do Volume da Lata, **93-94**  
 dos Números Aleatórios, **165**

## Q

---

Qualidade de ajuste, **163**  
 Quantias compostas; (veja Finanças).  
 Qui-quadrado, cálculo, **188-191**

## R

---

Realocação da memória de programação, **78-81**, 232-236  
 Recuperando números, **38**  
   deslocamento do conteúdo da pilha operacional, **38**  
   somatório com  $\boxed{\Sigma+}$ , **57**  
 Registrador de armazenamento permanente, 8, **79**, 92  
 Registrador T, constante, **34-36**  
 Registradores de armazenamento, 8, **79-81**  
   apagando, **38-39**  
   aritmética, **39**, 250  
   conversíveis (compartilháveis), 8, **79-80**  
   endereços, **8**  
   estatísticos, **56-57**  
 Registradores de armazenamento compartilháveis; (veja Registradores de armazenamento).  
 Registradores de armazenamento conversíveis, 8, **78-81**  
 Registradores de armazenamento de dados, 8, **37-38**  
   apagando, **39**  
 Registrador de Indexação ( $R_I$ ), 8, 79, 84, **133**  
   armazenamento e recuperação, **133**  
   decrementando, **134-135**  
   funções diretas, **133-135**  
   incrementando, **134-135**  
   intercâmbio, **133**  
   valor de controle de ciclos, **134**  
 Regra do trapézio, **165-168**  
 Regressão linear, **168**, 249  
 Renumerando as instruções do programa, **108**  
 Representação interna de dígitos, **69**, 72  
 Resolução de triângulos, **175-182**

- introdução de dados, **220**
- Resultado intermediário, **23-25**, 26, 31
- Retornos pendentes de sub-rotinas, 19, **125-126**
- Rotinas de entrada de dados, **249**
- Rotinas de saída, **249**
- Rótulo, **81**, 87, 98
  - busca, **91**
  - endereços; (veja Endereço).
- Rótulos alfabéticos, **83**
- Rótulos numéricos, **83**
- running**, **18**, 54

## S

---

- Separador de dígitos, **16**
- Seqüências abreviadas de teclas, **82**, 133
- Simpson, regra, **165**
- Sinal,
  - do expoente, **72**, **74**
  - do número, **17**, 72
- Sistemas de equações lineares, **155-159**
- Sub-rotina, **217-218**, 250
  - encadeamento, **126-127**
  - limites, **126-127**
  - pendente, 19, **126**
  - transferência de execução, **125-126**, 128

## T

---

- Tecla de correção, **17**, 29, 102
- Teclas da fileira superior do teclado, **83**
- Teclas que podem ser definidas pelo usuário, 220, **224-225**, 250
- Tempo de execução, **54**
- Término da introdução de dígitos, **17-18**
- Termo inicial ("semente") de processo aleatório, **55-56**, 201, 224
- Testando programas, **101**
- Teste dos circuitos da calculadora, **241**
- Testes verdadeiro/falso, **116-117**
- Topo da memória, **84**
- Troca de sinal, **17**, 43, 231
  - expoentes, **74**

## U

- 
- Ultrapassagem (“overflow”) da capacidade da calculadora, **18**, 102, 227  
     $\Sigma+$ , **58**  
“Underflow”, **18**, 97  
“User”, modo, **83**, 92

## V

- 
- Valor de controle, **133**  
Verificando a operação adequada, **240-241**  
Visor,  
    anúncios, **16**  
    apagando, **17-29**  
    arredondamento, 69, **70**, 71, 72  
    comutação entre os modos  $\text{FIX}$  -  $\text{SCI}$ , **69**  
    definindo o formato de apresentação, 19, **69**  
    em branco, **240-241**  
    modo, **19-69**  
    registrador X, **26**







## Cartão de Assistência Técnica

Este cartão deve ser respondido integralmente e enviado junto com a unidade que necessita reparos. Através dele você estará autorizando a Hewlett-Packard a efetuar todos os reparos necessários e que permitam o funcionamento normal da unidade, bem como para servir de instrumento de cobrança do proprietário do valor dos reparos, quando a unidade estiver fora do período de garantia.

**NOTA:** Qualquer unidade que seja enviada para reparo e não estiver acompanhada de um documento que comprove a data de compra, será considerada fora do período de garantia.

O período de garantia de sua unidade Hewlett-Packard está especificado no Manual do Proprietário. Para informação sobre Assistência Técnica por favor consulte o Manual do Proprietário ou dirija-se ao Posto Autorizado de Recebimento para Assistência Técnica mais próximo.

### DESCRIÇÃO DO PROBLEMA:

Esta informação é muito importante e pode abreviar o tempo de reparo de sua unidade. Use outra folha de papel se for necessário um melhor detalhamento das informações solicitadas. Quando for pertinente, por favor envie uma lista com todos os acessórios e a composição do sistema.

Modelo	Nº de Série	Tempo total de uso (horas/semanas)
--------	-------------	------------------------------------


### Devolver a unidade já reparada para:

Nome

Nome de empresa

Endereço

Cidade

Estado

CEP

Telefone residencial

Telefone comercial

No caso de estar esta unidade fora do período de garantia, o proprietário deverá retirá-la em nosso Departamento de Assistência Técnica e efetuar o correspondente pagamento em lugar e data fixados pela Hewlett-Packard.

**Endereço para Assistência Técnica no Brasil**

Hewlett-Packard do Brasil  
Al. Rio Negro, 750  
06400 - Barueri - SP

(Km 23,5 da Rodovia Castelo Branco)



**HEWLETT  
PACKARD**



- 1** Introdução ao Uso
- 2** A Pilha Automática de Memória, ÚLTIMO X, e o Armazenamento de Dados
- 3** Funções Numéricas
- 4** Controle do Visor
- 5** Conceitos Básicos de Programação
- 6** Edição de Programas
- 7** Decisões num Programa e seu Controle
- 8** Sub-Rotinas
- 9** O Registrador de Indexação
- 10** Programas de Aplicação
- 11** Técnicas de Programação

