

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO

ALGUNS ALGORITMOS COM CONVERGÊNCIA QUADRÁTICA PARA RESOLVER PROBLEMAS DE OTIMIZAÇÃO NÃO LINEARES E SEM RESTRIÇÕES.

POR  
EDUARDO ANDRADE VELOSO

CAMPINA GRANDE - PARAIBA

JUNHO 1976



V443a

Veloso, Eduardo Andrade.

Alguns algoritmos com convergência quadrática para resolver problemas de otimização não lineares e sem restrições / Eduardo Andrade Veloso. - Campina Grande, 1976.

99 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1976.

"Orientação : Prof. M.Sc. Janusz Stanislaw Lipowski".  
Referências.

1. Programação de Computadores. 2. Algoritmos - Convergência Quadrática. 3. Problemas de Otimização Não Linear. 4. Dissertação - Ciências. I. Lipowski, Janusz Stanislaw. II. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). III. Título

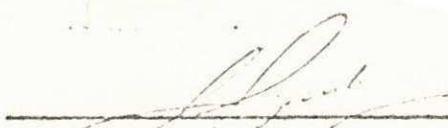
CDU 621:004.43(043)


ALGUNS ALGORITMOS COM CONVERGÊNCIA QUADRÁTICA PARA RESOLVER PROBLEMAS DE OTIMIZAÇÃO NÃO LINEARES E SEM RESTRIÇÕES


EDUARDO ANDRADE VELOSO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO CORDO DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PÓS - GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DO CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS

Aprovada por:

  
\_\_\_\_\_  
JANUSZ STANISLAW LIPOWSKI - M.Sc.  
- Presidente -


  
\_\_\_\_\_  
RAJINDER PAL AGGARWAL - Ph.D.

  
\_\_\_\_\_  
JOSÉ CALAZANS DE CASTRO - M.Sc.

CAMPINA GRANDE

ESTADO DA PARAÍBA - BRASIL

JUNHO - 1976



À minha querida espôsa Fátima,  
pela compreensão, carinho, aju  
da e incentivo em todos os mo-  
mentos.

A B S T R A C T

This thesis presents some chosen optimization algorithms with quadratic convergence for solving unconstrained nonlinear, optimization problems.

Computer implementation for this algorithms has been worked out, and tests with chosen test problems have been performed.

Finally performace and efficiency of algorithms have been compared.

Computer codes for implemented algorithms are available at the library of Computer Center of the C.C.T. - UFPb for applications in the field of optimization.

## R E S U M O

Este trabalho apresenta alguns algoritmos de otimização com convergência quadrática para a solução de problemas não lineares e sem restrições.

A implementação desses algoritmos em um computador foi feita em FORTRAN IV - G, usando precisão expandida. Vários testes com funções escolhidas foram realizados.

Finalmente o desempenho e eficiência dos algoritmos foram comparados.

Os programas ficarão incorporados a biblioteca do Centro de Computação do C.C.T. - U.F.PB., para aplicações no campo de otimização.

## I N D I C E

- 1 - INTRODUÇÃO
- 2 - DEFINIÇÕES BÁSICAS
- 3 - CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE UM ALGORITMO
- 4 - PESQUISA LINEAR
  - 4.1 - Pesquisa Acelerada sem Cálculo de Gradiente para Intervalo Aberto
  - 4.2 - Pesquisa "Golden-Ratio" para Intervalo Fechado
- 5 - ALGORITMO GERAL DE HUANG
  - 5.1 - Propriedades Gerais
  - 5.2 - Descrição do Algoritmo
  - 5.3 - Apresentação do Algoritmo em Forma Conveniente para Implementação em Computador Digital
- 6 - ALGORITMOS SIMPLIFICADOS DE HUANG
  - 6.1 - Apresentação dos Algoritmos em Forma Conveniente para Implementação em Computador Digital
  - 6.2 - Fluxogramas dos Algoritmos
  - 6.3 - Programas dos Algoritmos
- 7 - "MEMORY GRADIENT" - ALGORITMO DE MIELE-CANTRELL
  - 7.1 - Descrição do Algoritmo
  - 7.2 - Apresentação do Algoritmo em Forma Conveniente para Implementação em Computador Digital
- 8 - TESTES REALIZADOS COM ALGORITMO GERAL DE HUANG, ALGORITMOS SIMPLIFICADOS DE HUANG E "MEMORY GRADIENT" - ALGORITMO DE MIELE-CANTRELL COM APLICAÇÃO A FUNÇÕES DE TESTES ESCOLHIDAS

9 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

10- CONCLUSÕES

11- BIBLIOGRAFIA

APÊNDICE 1 - PROBLEMAS TESTES

APÊNDICE 2 - PROGRAMAS

- Do Algoritmo Geral de Huang
- Dos Algoritmos Simplificados de Huang
- Do "Memory Gradient" - Algoritmo de Miele-Contrell

APÊNDICE 3 - INSTRUÇÃO AO USUÁRIO PARA APLICAÇÃO DOS PROGRAMAS APRESENTADOS NO APÊNDICE 2

APÊNDICE 4 - LISTAGEM DE ALGUNS RESULTADOS REFERENTE AS FUNÇÕES TESTES 1, 2, 3, 4, 5, PARA TODOS OS ALGORITMOS



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<u>PÁGINA</u>
Fig. 1 - Função Contínua, com mais de um mínimo	11
Fig. 2 - Função Unimodal	16
Fig. 3 - Pesquisa linear acelerada com intervalo aberto para função de uma só variável	17
Fig. 4 - Pesquisa Golden-Ratio para intervalo fechado	19

## ÍNDICE DE TABELAS

	<u>PÁGINA</u>
Tab. 1 - Coeficientes escolhidos para geração de algoritmos	28
Tab. 2 - Funções de testes não quadráticas com condição de repartida $N$ igual a $N$ (A.G.H)*	45
Tab. 3 - Funções de teste não quadráticas com condição de repartida $N$ igual a $N + 1$ (A.G.H)	46
Tab. 4 - Funções de teste não quadráticas com condição de repartida $N$ igual a $N$ (A.S.H)**	47
Tab. 5 - Funções de teste não quadráticas com condição de repartida $N$ igual a $N + 1$ (A.S.H)	47
Tab. 6 - Função de teste não quadráticas, com condição de repartida de $N$ igual a $N$ e a $N + 1$ (Algoritmo "Memory Gradient" de Mielle e Cantrel)	48

\* A.G.H = Algoritmo Geral de Huang.

\*\* A.S.H = Algoritmo Simplificado de Huang

## 1 - INTRODUÇÃO

Engenheiros, economistas, pesquisadores operacionais, administradores e cientistas estão frequentemente interessados em encontrar soluções ótimas para seus problemas. Esses problemas podem ser: determinar projetos, programas, trajetórias, alocar recursos, aproximar funções, planejar operações ou processos. Nesses estudos, diferentes soluções, todas satisfazendo a condições impostas, são comparadas e uma solução é escolhida, tal que é melhor em termos de satisfazer critérios de optimalidade. Critérios de optimalidade são definidos para cada problema em particular e representados na forma matemática por uma função quem tem nome de função objetiva ou índice de desempenho.

Para minimizar (maximizar) a função objetiva aplica-se diferentes técnicas de otimização (programação matemática). Dois fatores tornaram isso possível: o desenvolvimento de computadores digitais de alta velocidade e

a aplicação da análise matemática ao desenvolvimento de técnicas numéricas para se obter mínimo (máximo).

A finalidade desse trabalho é a implementação em computador digital de algoritmos escolhidos, com convergência quadrática, para minimização de funções objetivas quadráticas e não quadráticas, sem restrições. A comparação do desempenho e eficiência desses algoritmos é feita na base de resultados obtidos, minimizando escolhidas funções de testes; testes com funções quadráticas foram feitos somente para a confirmação de não haver erros na implementação dos algoritmos.

Funções quadráticas consistem em um grupo importante de funções não lineares muito comum em problemas práticos de pesquisa operacional e programação matemática. Existe uma série de algoritmos de otimização desenvolvidos especialmente para minimização (maximização) de funções quadráticas, baseados nas propriedades matemáticas específicas dessas funções. Uma dessas propriedades é que a matriz das derivadas segundas da função quadrática é constante.

Os algoritmos escolhidos para a implementação foram os seguintes:

- Algoritmo Geral de Huang (1, 2)  
(Estudo feito para 15 diferentes grupos de valores dos parâmetros)

- Algoritmos Simplificados de Huang(1,2)
- Algoritmo "Memory gradient" - de Miele  
-Cantrell (3, 4)

As funções objetivas de teste escolhidas  
fôram:

- Função quadrática de 10 variáveis  
(Apêndice 1 - Função 1)
- Função não quadrática de 3 variáveis  
(Apêndice 1 - Função 2) (4, 5)
- Função não quadrática de 4 variáveis  
(Apêndice 1 - Função 3) (4)
- Função não quadrática de 5 variáveis  
(Apêndice 1 - Função 4)
- Função não quadráticas de 10 variáveis  
(Apêndice 1 - Função 5)

Os critérios escolhidos para avaliação  
dos algoritmos são apresentados no Capítulo 3.

A linguagem utilizada foi o FORTRAN IV-G  
e o computador utilizado foi o IBM 370/145, com memória  
principal de 256 k bytes, onde foi empregada precisão du  
pla a tôdas as variáveis reais.

## 2 - DEFINIÇÕES BÁSICAS

Aqui serão apresentadas as definições básicas necessárias ao atendimento desse trabalho.

- **Algoritmo** - é uma sequência de operações matemáticas (numéricas, algébricas) que levam a solução requerida de um problema.

- **Convergência quadrática** é convergência em um número finito de interações, para função objetiva quadrática, sem restrições; Esse tipo de convergência não deve ser confundido com convergência de ordem 2.

- **Direções conjugadas** (uma em relação a outra) com respeito a uma matriz positiva definida  $A$  é um conjunto de  $n$  vetores direções não nulos  $S_0, \dots, S_{n-1}$  tal que:

$$S_K^T A S_L \begin{cases} = 0 & \text{para } 0 \leq K \neq L \leq n-1 \\ > 0 & \text{para } 0 \leq K = L \leq n-1 \end{cases} \quad (2.1)$$

- Forma quadrática é uma função do tipo

$$F(X) = X^T A X$$

Onde:

X = vetor n dimensional de coordenadas do ponto

A = matriz simétrica NxN de coeficientes

- Forma quadrática "negative definite" é a forma quadrática tal que:  $F(X) < 0$  para  $X \neq 0$ .

- Forma quadrática "positive definite" é a forma quadrática tal que:  $F(X) > 0$  para todo  $X \neq 0$ .

- Forma quadrática "semidefinite" é a forma quadrática tal que:  $F(X) \geq 0$  para todo  $X \neq 0$ .

- Fórmulas para cálculo numérico de derivadas.

Seja X um vetor n dimensional de coordenadas do ponto. Nesse trabalho, utiliza-se as seguintes fórmulas de diferenças centrais.

- derivadas parciais de 1<sup>a</sup> ordem

$$\frac{\partial F}{\partial X_i} = \frac{F(X_1, \dots, X_i + \Delta X_i, \dots, X_n) - F(X_1, \dots, X_i - \Delta X_i, \dots, X_n)}{2 \cdot \Delta X_i} \quad (2.2)$$

- derivadas parciais de 2<sup>a</sup> ordem

$$\frac{\partial F}{\partial X_i^2} = \frac{1}{4 \cdot X_i^2} (F(X_1, \dots, X_i + 2 \cdot \Delta X_i, \dots, X_n) - 2 \cdot F(X_1, \dots, X_i, \dots, X_n) + F(X_1, \dots, X_i - 2 \cdot \Delta X_i, \dots, X_n)) \quad (2.3)$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial X_i \partial X_j} = \frac{1}{4 \Delta X_i \Delta X_j} (F(X_1, \dots, X_i + \Delta X_i, \dots, X_j + \Delta X_j, \dots, X_n) - F(X_1, \dots, X_i + \Delta X_i, \dots, X_j - \Delta X_j, \dots, X_n) - F(X_1, \dots, X_i - \Delta X_i, \dots, X_j + \Delta X_j, \dots, X_n) + F(X_1, \dots, X_i - \Delta X_i, \dots, X_j - \Delta X_j, \dots, X_n)) \quad (2.4)$$

- Função quadrática - é a função que pode ser expressa da forma:

$$f(x) = a + b^T x + 1/2 x^T c x \quad (2.5)$$

onde:

x = vetor de coordenadas

c = matriz quadrada "positive definite" ou "negative definite"

b = vetor coluna

a = escalar

- Função Unimodal no intervalo  $[a, b]$  é função unidimensional que tem no intervalo  $[a, b]$  um só mínimo (máximo).

- Matriz Hessiana é uma matriz cujos ele



mentos são derivadas parciais segundas contínuas da função  $F(X)$ , definida por:

$$H(X) = \begin{bmatrix} h_{11} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & h_{1n} \\ \cdot & & & & & & \cdot \\ \cdot & & & & & & \cdot \\ \cdot & & & & & & \cdot \\ \cdot & & & & & & \cdot \\ \cdot & & & & & & \cdot \\ h_{n1} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & h_{nn} \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

onde:

$$h_{ij} = \frac{\partial^2 F(X)}{\partial X_i \partial X_j}$$

- Matriz "positive (negative) definite" (semidefinite) é a matriz quadrada  $A \neq 0$  se a forma quadrática  $X^T A X$  é positive (negative) definite (semidefinite).

- Norma Euclidiana de um vetor  $X$  é um escalar definido por:

$$\|X\| = (X^T \cdot X)^{1/2}$$

- Números de Fibonacci é uma série de nūmeros  $F_p$ ,  $p = 0, 1, \dots$ , dado pela relação recurssiva  $F_p = F_{p-1} + F_{p-2}$ ,  $p \geq 2$  e  $F_0 = F_1 = 1$ .

Solução dessa relação recurssiva é:

$$F_p = \frac{1}{5} \left[ \left( \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \right)^{p+1} - \left( \frac{1 - \sqrt{5}}{2} \right)^{p+1} \right]$$

$p = 0, 1, \dots, \dots$  (2.7)

- Ordem de Convergência é a potência  $p \geq 1$ ,  
(se existe) na expressão:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\|x_{k+1} - x_{opt}\|}{\|x_k - x_{opt}\|^p} = C \quad (2.8)$$

onde:

$x_{opt}$  = vetor de coordenadas do ponto ótimo

$x_k$  = valor de coordenadas do ponto resultante da iteração  $k$

$C$  = Constante de erro assintótico

- Convergência de ordem 1 (convergência linear) é aquela que ocorre quando  $p = 1$ , com  $C < 1$ .

- Convergência de ordem maior que 1 (convergência superlinear) é quando  $p > 1$ ,  $C < 1$ .

- Vetor gradiente é o vetor cujos componentes são derivadas parciais primeiras de função diferenciável  $F(x)$ , definido por:

$$g(x) = \left( \frac{\partial F}{\partial x_1}, \frac{\partial F}{\partial x_2}, \frac{\partial F}{\partial x_3}, \dots, \frac{\partial F}{\partial x_n} \right)^T$$

- Vetor normalizado  $V$  é o vetor para o

qual:

$$\|V\| = 1$$

### 3 - CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE UM ALGORITMO

O aspecto principal da teoria da otimização é o desenvolvimento de técnicas eficientes e sistemáticas para a determinação dos locais e valores de todos os extremos relativos, com a determinação subsequente do extremo absoluto. Infelizmente, este objetivo não tem sido conseguido para todos os tipos de problemas de otimização.

Muitas funções possuem mais que um extremo de uma dada espécie (por exemplo, mais que um mínimo). Logo, deve-se reconhecer que o máximo ou mínimo que for encontrado em algum ponto em particular não é necessariamente o máximo global ou mínimo global na região inteira de interesse. Uma dada técnica de otimização poderia, em geral, encontrar somente um dos locais ótimos. Que ponto poderia ser selecionado, depende da técnica que é usada, é a escolha do ponto inicial de pesquisa.

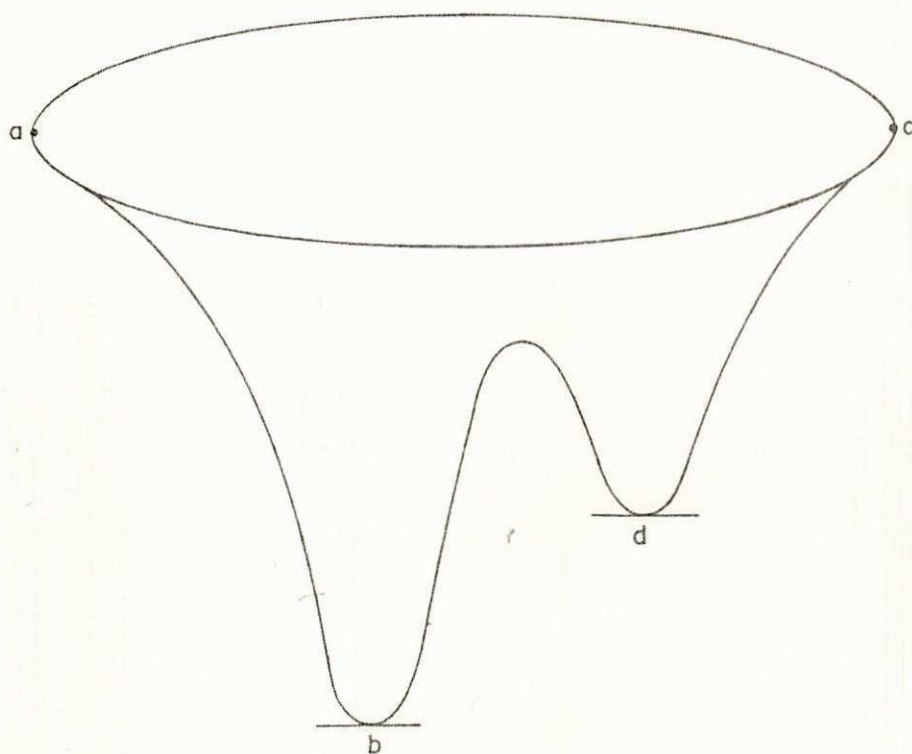


Figura 1

A Figura 1, mostra uma função contínua, com dois mínimos, um no ponto  $b$ , global, e o outro no ponto  $d$ , relativo. Todos os algoritmos apresentados nesse trabalho, a depender do ponto inicial de pesquisa, na procura do mínimo, chegariam ao mínimo global, em  $b$  ou ao mínimo relativo, em  $d$ . Um dos pontos, que poderia ser escolhido como ponto inicial de pesquisa, para se conseguir o mínimo global, é o ponto  $a$ , dentre os muito existentes.

Um algoritmo é geralmente julgado de acordo com sua eficiência na solução de determinados problemas. Ele pode ser testado em problemas com grande ou pequeno número de variáveis e em problemas com diferentes graus de não linearidade.

Os critérios geralmente adotados na avaliação são:

- **Confiabilidade** - Sucesso em obter uma solução ótima (dentro de certa precisão com respeito ao vetor de coordenadas bem como o valor da função no ponto ótimo e eventualmente gradiente e derivadas de segunda ordem, para uma grande variedade de problemas.
- **Número de avaliações da função necessárias** para chegar a solução com precisão requerida.
- **Simplicidade do programa**
- **Simplicidade de uso** (tempo requerido para modificar o programa para solução de cada novo problema)

A confiabilidade é geralmente aceita como critério para o julgamento de um algoritmo. O algoritmo deve ser capaz de resolver a maioria dos problemas impostos, os quais pertencem a grupo de problemas para o qual foi desenvolvido. Associado com esse conceito é o grau de precisão atingido no valor da função objetiva no ponto ótimo, bem como nos valores das coordenadas. Usualmente o grau de precisão na solução depende do critério adotado para determinar a computação, limite máximo de precisão que

se pode atingir, que depende de fatores tais como: computador e linguagem de alto nível utilizados.

Número de avaliações da função necessários para chegar a solução com precisão requerida não é critério satisfatório para medir o desempenho de um algoritmo porque se a função tem muitas variáveis, o tempo requerido pelo algoritmo para determinar o ponto que a função é calculada é muitas vezes maior que o tempo para calcular a função no ponto. Também número de avaliações da função pode-se mudar por meio de várias modificações dentro do programa.

O tempo de computação requerido para obter a solução de um determinado problema não é critério satisfatório porque esse tempo pode ser afetado por muitos fatores. Para problemas de teste simples o tempo para ler dados e escrevê-los em programas com os comandos de saída na média - por exemplo - escrever  $F$  e  $F(X)$  para cada iteração pode ser 2 ou 3 vezes o tempo de computação requerido quando esses comandos são dispensados.

A simplicidade de uso, bem como a simplicidade de programa são importantes, porque a complexidade no fornecimento de dados como também a complexidade do programa pode gerar erros graves.

Neste trabalho, os critérios escolhidos para avaliações dos algoritmos são os seguintes:

- Confiabilidade
- Número de iterações necessários para chegar a solução com precisão requerida
- Simplicidade de uso (tempo requerido para modificar programa para solução de cada novo problema)
- Simplicidade do programa

O tempo de computação não foi escolhido porque o sistema opera com multiprogramação e dado o grande volume de Jobs, ficou difícil conseguir tempo para só passar os programas relacionados com os algoritmos.



#### 4 - PESQUISA LINEAR

O Algoritmo geral de Huang, bem como os simplificados, requerem o uso de uma técnica de otimização linear eficiente, para a localização de um mínimo (máximo), da qual depende muita sua eficiência.

Existem várias técnicas de pesquisa linear (unidimensional) ao longo de dado vetor pesquisa para funções que são unimodais ao longo desse vetor dentro de certo intervalo de pesquisa considerado. Função unimodal é aquela que tem apenas um mínimo (máximo), dentro de um certo intervalo de pesquisa, ilustrado a seguir.

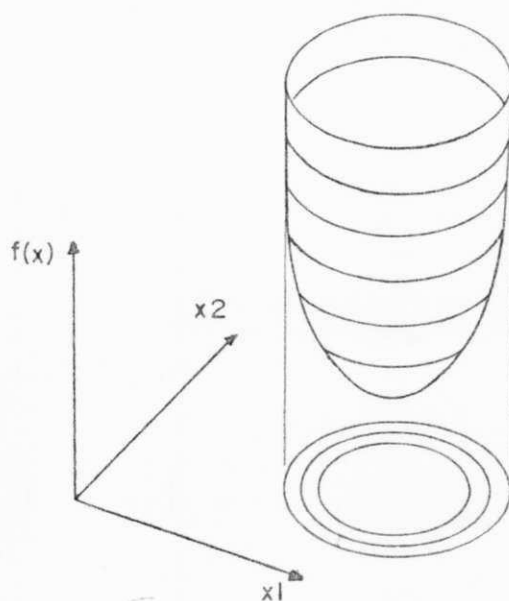


Figura 2

A Figura 2 ilustra uma função unimodal , com suas curvas de nível.

Dentre as várias técnicas de pesquisa linear que existem, as que foram escolhidas nesse trabalho são:

- Pesquisa acelerada sem cálculo de gradiente para intervalo aberto.
- Pesquisa "Golden-Ratio" para intervalo fechado.

#### 4.1 - PESQUISA ACELERADA SEM CÁLCULO DE GRADIENTE PARA INTERVALO ABERTO

Nessa técnica de pesquisa, dado um ponto inicial  $a_0$ , o próximo ponto será calculado pela relação:

$$a_{k+1} = a_k + 2^{k-1} \cdot \Delta a \quad K = 1, 2, \dots \quad (4-1)$$

Para nossa função objetiva de  $N$  variáveis, o próximo ponto ótimo após a pesquisa linear é expresso por:

$$X_{i+1} = X_i + a_i P_i \quad i = 0, 1, \dots \quad (4-2)$$

No ponto  $X_{i+1}$  a função objetiva é dada por:

$$F(X_{i+1}) = F(X_i + a_i \cdot P_i) = F(a_i) \quad (4-3)$$

Na equação (4-3), os valores  $X_i$  e  $P_i$  são constantes e  $a_i$  varia de acordo com a equação (4-1). Coloca-se assim a função de  $N$  variáveis em função apenas de uma única variável,  $a_i$ .

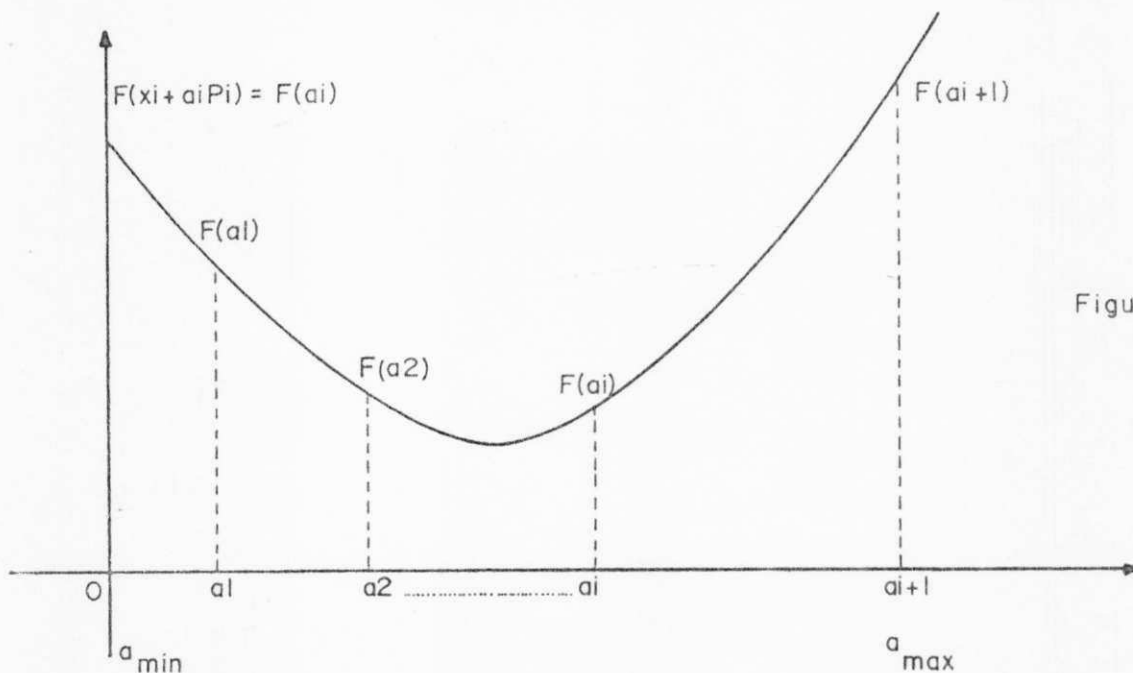


Figura 3

A Figura 3 mostra um possível comportamento da função de  $N$  variáveis ao longo do vetor pesquisa  $P_i$ , dependente das variações dos  $a_i$ .

Dada a figura acima, e considerando-se a função como sendo unimodal, vê-se que, quando se procura o mínimo da função numa certa direção de pesquisa, e notando-se que  $F(a_{\min}) \leq F(a_1) \leq F(a_2) \leq \dots \leq F(a_m)$ , então o mínimo existe naquela direção de Pesquisa. Quando ocorrer  $F(a_i) < F(a_{i+1})$  sabe-se que o mínimo da função existe dentro do intervalo fechado  $[a_{\min}, a_{\max}]$ ; pondo  $a_{\max} = a_{i+1}$ . Tendo-se determinado o intervalo, aplica-se a pesquisa "Golden-Ratio", para intervalo fechado.

#### 4.2 - PESQUISA "GOLDEN-RATIO" PARA INTERVALO FECHADO

Tendo determinado o intervalo fechado  $[a_{\min}, a_{\max}]$  através da pesquisa acelerada com intervalo aberto, aplica-se a pesquisa de "Golden-Ratio". Essa técnica de pesquisa consiste em determinar 2 pontos simétricos em relação aos extremos do intervalo, usando a razão  $R$  entre os números de Fibonacci,  $F_{n-1}$  e  $F_n$ , quando  $n \rightarrow \infty$ . Essa razão é aproximadamente igual a 0.618034. (4, 5, 6, 7).

Para se calcular os pontos simétricos em relação aos extremos, usa-se as equações abaixo:

$$a_2 = a_{\min} + R \cdot (a_{\max} - a_{\min}) \quad (4-4)$$

$$a_1 = a_{\min} + (a_{\max} - a_2) \quad (4-5)$$

Seja a figura abaixo:

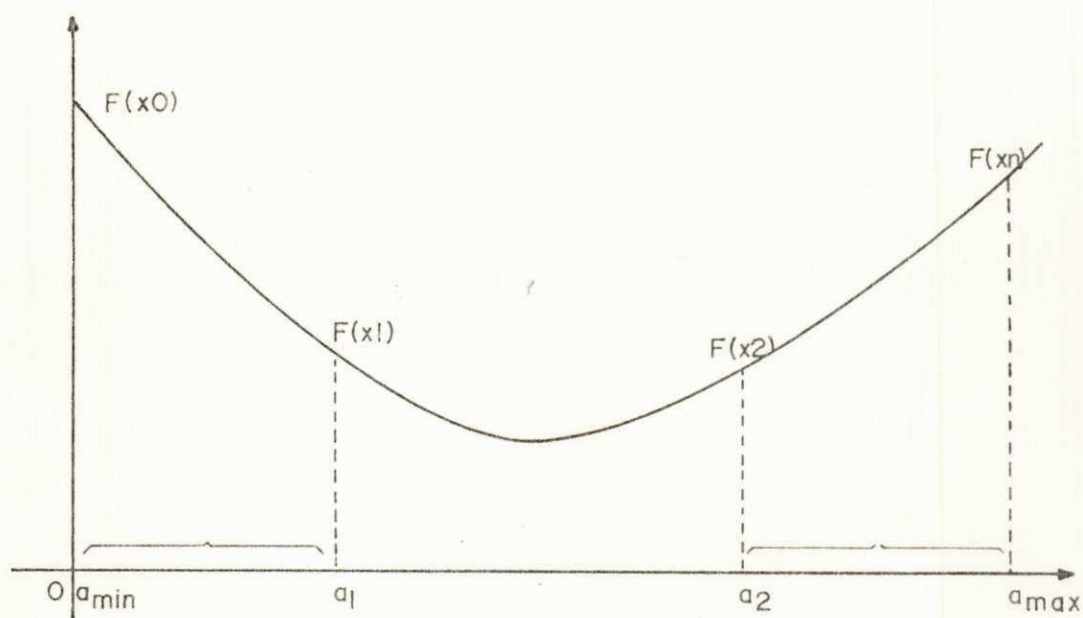


Figura 4

A Figura 4 ilustra o intervalo determinado através da pesquisa linear acelerada, sem cálculo de gradiente, ao qual é aplicado a pesquisa Golden-Ratio.  $a_1$  e  $a_2$  são os pontos simétricos iniciais, com relação aos extremos do intervalo.

Essa técnica, que só pode ser aplicada a funções unimodais, dentro de um determinado intervalo de pesquisa, funciona da seguinte maneira: Calcula-se  $F_1$  e  $F_2$  com relação a  $a_1$  e  $a_2$  respectivamente. Como a função é unimodal, elimina-se um dos intervalos como a seguir, caso se esteja procurando o mínimo da função,

$$\left[ a_{\min}, a_1 \right) \quad \text{se } F_1 > F_2 \quad (4.6)$$

$$\left( a_2, a_{\max} \right] \quad \text{se } F_1 < F_2 \quad (4.7)$$

O algoritmo dessa pesquisa tem a característica de sempre gerar pontos simétricos em relação aos extremos e a cada iteração, eliminar um dos intervalos de pesquisa. Com a eliminação desses intervalos de pesquisa, a tendência dos  $a_{\min}$ ,  $a_{\max}$  é tornarem-se coincidentes, pois a cada iteração o intervalo de pesquisa diminui. Estabelecendo uma margem de erro para essa coincidência, tem-se  $F(X_1) \cong F(X_2)$  e esse será o mínimo da função ao longo daquela direção de pesquisa.

Os novos pontos simétricos  $a_1$  e  $a_2$  são calculados como a seguir:

$$a_2 = a_m - (a_1 - a_{\min}) \quad (4.8)$$

Sendo  $\left[ a_{\min}, a_1 \right)$  o intervalo abandonado

$$X_1 = a_{\min} + (a_{\max} - X_2) \quad (4.9)$$

caso seja  $\left( a_2, a_{\max} \right]$

Passos:

Algoritmo para se encontrar o mínimo, ao longo do vetor pesquisa  $P_j$ .

$$I.1 - a_{\min} = 0., a_{\max} = a_{i+1}$$

$$I.2 - a_2 = a_{\min} + R(a_{\max} - a_{\min})$$

$$I.3 - a_1 = a_{\min} + (a_{\max} - a_2)$$

I.4 - Cálculo de  $F_1$  e  $F_2$

I.5 - Compara aproximação entre  $a_{\min}$  e  $a_{\max}$

$((a_{\max} - a_{\min}) - \text{Epsilon})$  Se maior, vá a I.6. Se menor ou igual a Epslo, vá a I.10

I.6 - Compara  $F_1$  e  $F_2$  ( $=, >, <$ )

I.7 -  $(F_1 > F_2)$  - Abandona o intervalo  $a_{\min}, a_1$

$$a_{\min} = a_1$$

$$a_1 = a_2$$

$$F_1 = F_2$$

$$a_2 = a_{\max} - (a_1 - a_{\min})$$

Cálculo de  $F_2$  e vá a I.5

I.8 -  $(F_1 = F_2)$

$$a_{\min} = a_1$$

$$a_{\max} = a_2 \text{ e vá a I.2}$$

I.9 -  $(F_1 < F_2)$  elimina intervalo  $[a_{\max}, a_2)$

$$a_{\max} = a_2$$

$$a_2 = a_1$$

$$F_2 = F_1$$

$$a_1 = a_{\min} + (a_{\max} - a_2)$$

Cálculo de  $F_1$  e  $v\tilde{a}$  a I.5

#### I.10- Pare

Pelos passos I.7 e I.9, vê-se que um dos pontos simétricos é aproveitado, bem como o valor da função naquele ponto. Isso decorre do fato que, se tōda vez que fōsse eliminado um intervalo de pesquisa, calculasse-se novos pontos simétricos com os passos I.2 e I.3, um dos pontos simétricos manter-se-ia inalterado. Para se evitar tal cálculo, aproveita-se o ponto simétrico do intervalo não abandonado, bem como o valor da função nesse ponto.



## 5 - ALGORITMO GERAL DE HUANG

Uma função quadrática de  $n$  variáveis independentes que tem um mínimo, pode ser minimizado em  $n$  passos (ou menos), se as derivações de pesquisa são tomadas de maneira que sejam denominadas de direções conjugadas. Em alguns casos o uso de técnicas de otimização que mostram ser eficientes para funções quadráticas, podem ser ocasionalmente não satisfatórias e não fornecerão em geral direções de pesquisa conjugadas, para funções objetivas mais complexas. (4, 5)

### 5.1 - PROPRIEDADES GERAIS

O algoritmo geral de Huang goza das seguintes propriedades:

- a) Emprega somente pesquisa linear (unidimensional)

- b) Para uma função quadrática, o algoritmo é capaz de chegar ao ponto de mínimo da função, com o número de iterações igual, no máximo, ao número de variáveis da função, propriedade essa conhecida como convergência quadrática.
- c) O algoritmo emprega somente a função e seu gradiente.
- d) O algoritmo emprega somente a informação do estado presente e do imediatamente anterior.

Tôdas essas propriedades têm sua importância pois, o algoritmo, dado o número de operações envolvidas e do número de variáveis da função quando muito grande, tornam-se práticos somente quando se usa um computador digital. A propriedade (a) evita a pesquisa multidimensional, o que torna os algoritmos mais eficientes do ponto de vista de tempo de computação envolvido. A propriedade (b) é importante, pois funções não quadráticas comportam-se na vizinhança do ponto mínimo como se o fôssem. A propriedade (c) evita cálculo de derivadas de ordem mais elevadas. A propriedade (d) é requerida para reduzir o tamanho da memória utilizada do computador, o que se torna muito importante, quando a função possui muitas variáveis.

## 5.2 - DESCRIÇÃO DO ALGORITMO

Dado um ponto inicial de pesquisa,  $X_0$ , o próximo ponto será expresso pela relação:

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_i \quad i = 0, 1, \dots, n \quad (5.1)$$

onde:

$$\Delta X_i = a_i P_i \quad i = 0, 1, \dots, n \quad (5.2)$$

onde  $P_i$ , um vetor  $n$ -dimensional, indica a direção de pesquisa e  $a_i$  são escalares determinadas através da pesquisa linear.

Combinando as equações (5.1) e (5.2), tem-se o próximo ponto de pesquisa, que é dado por:

$$X_{i+1} = X_i + a_i P_i \quad i = 0, 1, \dots, n \quad (5.3)$$

Como foi dito no parágrafo (5.1), o algoritmo só emprega pesquisa unidimensional. Deve-se então colocar a função objetiva  $F(X)$  dependente apenas de  $a_i$ , pois no ponto  $X_{i+1}$ ,  $F$  é dada por:

$$F(X_{i+1}) = F(X_i + a_i \cdot P_i) \quad i = 0, 1, \dots, n \quad (5.4)$$

Da relação (5.4), vê-se que, as duas quantidades  $X_i$  e  $P_i$  são constantes. Variando-se  $a_i$  segundo a relação (4.1), tem-se a função objetiva dependendo de

apenas uma variável. O mínimo ao longo do vetor de pesquisa  $P_i$  ocorrerá quando:

$$dF(X_i + a_i P_i)/da_i = 0 \quad i = 0, 1, \dots, n \quad (5.5)$$

Na equação (5.3),  $X_{i+1}$  depende de  $a_i$  e do vetor de pesquisa  $P_i$ . Quando a pesquisa é feita sucessivamente ao longo dos vetores de pesquisa  $P_i$  definidos pela relação:

$$P_i = H_i^T \cdot G_i \quad i = 0, 1, \dots, n \quad (5.6)$$

onde a matriz  $H_i$  é calculada de acordo com a fórmula recursiva vista a seguir, garante que os vetores de pesquisa formem um grupo de vetores conjugados e a pesquisa é feita com convergência quadrática.

O vetor pesquisa  $P_i$ , de acordo com a equação (5.6) depende da matriz  $H_i$  e do gradiente da função,  $G_i$ . A matriz  $H_i$  é escolhida inicialmente como sendo positiva ou negativa definida. Positiva definida para minimização e negativa definida para a maximização.

Sua fórmula recursiva (1) é:

$$H_{i+1} = H_i + \frac{\Delta X_i (C_1 \Delta X_i + C_2 \cdot H_i^T \cdot \Delta G_i)^T}{(C_1 \Delta X_i + C_2 \cdot H_i^T \cdot \Delta G_i)^T \cdot \Delta G_i} - \frac{H_i \Delta G_i (K_1 \Delta X_i + K_2 \cdot H_i^T \cdot \Delta G_i)^T}{(K_1 \Delta X_i + K_2 \cdot H_i^T \cdot \Delta G_i)^T \cdot G_i} \quad (5.7)$$

$$i = 0, 1, \dots, n$$

onde  $C_1, C_2, K_1$  e  $K_2$  são constantes reais arbitrárias, com a única restrição que  $C_1$  e  $C_2, K_1$  e  $K_2$  não devem ser nulos simultaneamente.

Na equação (5.7) as quantidades  $\Delta X_i$  e  $G_i$  são expressas respectivamente por:

$$\Delta X_i = X_{i+1} - X_i \quad i = 0, 1, \dots, n \quad (5.8)$$

$$\Delta G_i = G_{i+1} - G_i \quad i = 0, 1, \dots, n \quad (5.9)$$

De acordo com a equação (5.7) uma infinidade de algoritmos podem ser geradas. Algoritmos gerados dependem unicamente dos valores das constantes  $C_1, C_2, K_1$  e  $K_2$ .

Foi feito um estudo para 15 diferentes conjuntos de coeficientes da fórmula recursiva dada pela equação (5.7). Dos 15 algoritmos estudados, os 11 primeiros constantes na tabela 1, pertencem ao grupo de algoritmos particulares nos quais a constante pode assumir os valores 1,0 e -1 respectivamente. Os valores das constantes  $C_1, C_2, K_1$  e  $K_2$  são dados na mesma tabela, para cada valor de  $\alpha$  em particular, e todos esses valores são fornecidos em (1). Para os 4 algoritmos restantes, não houve critérios para a escolha dos valores das constantes. Tentou-se gerar novos algoritmos e verificar se eles têm realmente convergência quadrática.

ALGORITMO	ROU	$C_1$	$C_2$	$K_1$	$K_2$
1	1	1	0	0	1
2	1	1	0	1	0
3	1	0	1	0	1
4	1	1	-1	1	-1
5	0	0	0	0	1
6	0	0	0	1	0
7	0	0	0	1	-1
8	-1	1	0	0	1
9	-1	1	0	1	0
10	-1	0	1	0	1
11	-1	1	-1	1	-1
12	1	1	1	1	1
13	1	-1	1	-1	1
14	-1	1	1	1	1
15	2	-1	3	-2	-1

TABELA 1 - Coeficientes Escolhidos para Geraçãõ de Algoritmos

5.3 - APRESENTAÇÃO DO ALGORITMO GERAL DE HUANG EM FORMA CONVENIENTE PARA IMPLEMENTAÇÃO EM COMPUTADOR DIGITAL

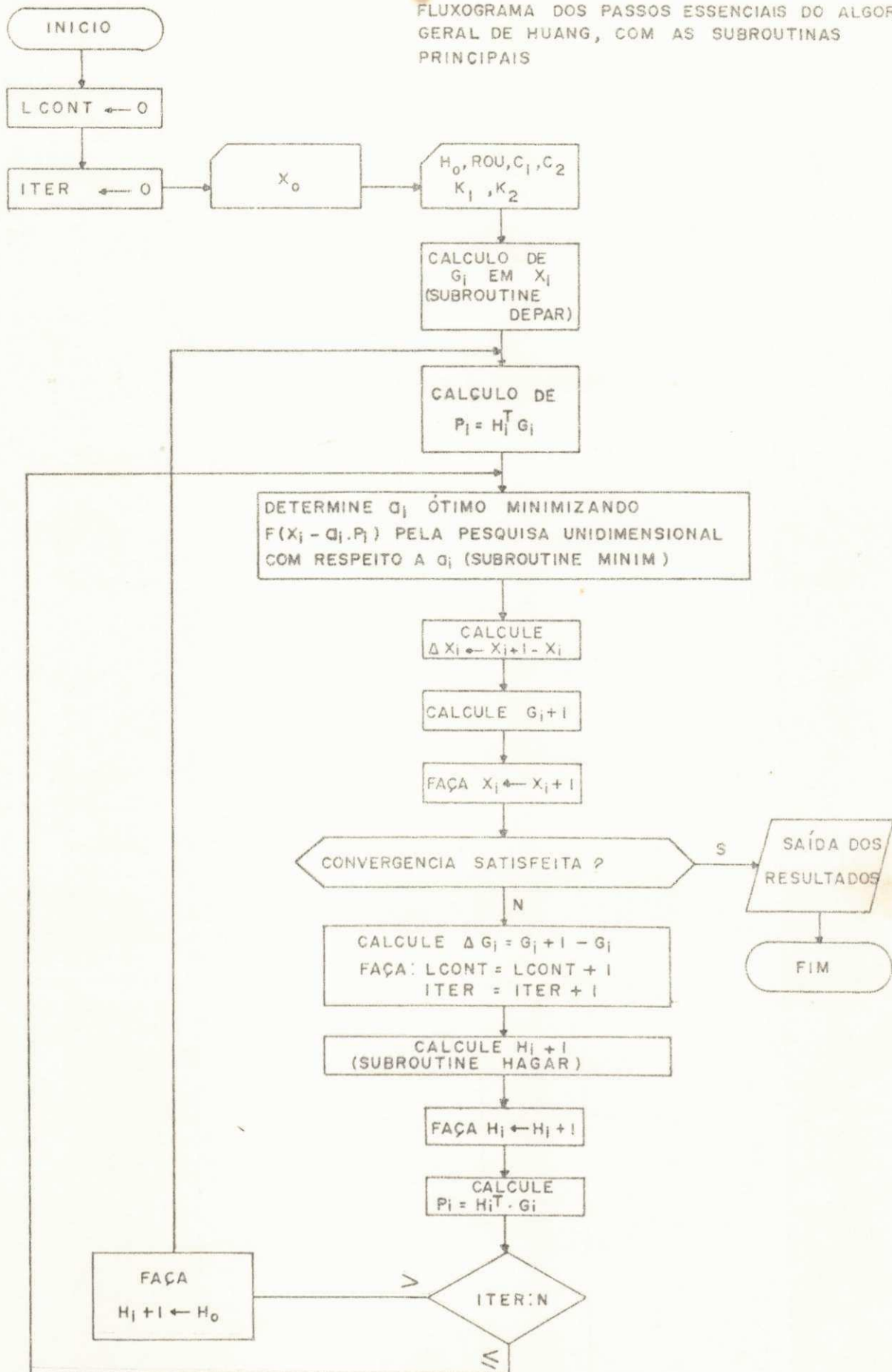
Sumarizando, o algoritmo geral de Huang pode ser constituído dos seguintes passos.

- a) Alocação de valor zero ao contador de iterações (LCONT).
- b) Alocação do valor zero ao contador para teste com o nº de variáveis da função (ITER).
- c) Escolha de um ponto inicial de pesquisa  $X_0$ .
- d) Escolha da matriz  $H_0$  e dos valores dos coeficientes  $ROU$ ,  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $K_1$  e  $K_2$ .
- e) Cálculo do gradiente da função  $G_0$  no ponto  $X_0$ , através da equação (2.2).
- f) Cálculo do vetor pesquisa  $P_i$ , através da equação (5.6).
- g) Pesquisa linear é feita para encontrar novo ponto  $X_{i+1}$ , através da equação (5.3).
- h) Cálculo do vetor diferença  $\Delta X_i$ , através da equação (5.8).

- i) Cálculo do gradiente  $G_{i+1}$ , no ponto  $X_{i+1}$ , através da equação (2.2).
- j) Substituição do valor de  $X_{i+1}$  em  $X_i$
- k) Teste de convergência:
  - Se convergência satisfeita, saída dos resultados
  - Se convergência não satisfeita, continue no passo  $\ell$ .
- ℓ) Cálculo de  $\Delta G_i$ , através da equação (5.2). Incrementa os contadores.
- m) Cálculo de  $H_{i+1}$ , através da equação (5.7).
- n) Substituição de  $H_i$  por  $H_{i+1}$
- o) Cálculo de  $P_i$  através da equação (5.6)
- p) Teste do nº de iterações com o nº de variáveis da função (funções não quadráticas)
  - Se ITER Igual ao nº de variáveis da função, vá a r.
  - Caso contrário vá a g.
- r)  $H_{i+1} = H_0$  e vá a f.



FLUXOGRAMA DOS PASSOS ESSENCIAIS DO ALGORITMO  
GERAL DE HUANG, COM AS SUBROUTINE  
PRINCIPAIS



## 6 - ALGORITMOS SIMPLIFICADOS DE HUANG

Os algoritmos simplificados de Huang, em número de três, têm as mesmas características gerais do algoritmo geral de Huang, exceto a matriz  $H(N,N)$ , que é expressa pela fórmula recursiva (5-6).

Os algoritmos têm as seguintes fórmulas recursivas para modificação da matriz hessiana  $H(N,N)$ .

Algoritmo 1:

$$H_{i+1} = H_i - \frac{H_0 \begin{matrix} \Delta G_i & \Delta X_i^T \\ X_i^T & \Delta G_i \end{matrix}}{X_i^T \Delta G_i} \quad i = 0, 1, \dots, n \quad (6.1)$$

onde  $\Delta X_i$  e  $\Delta G_i$  têm o mesmo significado que no caso do algoritmo geral de Huang.

Algoritmo 2

$$H_{i+1} = H_0 + \frac{H_0 \begin{matrix} G_i & P_i^T \\ P_i^T & G_i \end{matrix}}{P_i^T G_i} \quad i = 0, 1, \dots, n \quad (6.2)$$

## 7 - ALGORITMO "MEMORY GRADIENT" DE MIELLE-CANTRELL

O algoritmo geral de Huang, bem como os simplificados, têm a característica de só usarem em cada iteração pesquisa uni-dimensional. O algoritmo "Memory Gradient" de Mielle-Cantrell usa em cada iteração pesquisa bidimensional, colocando a função de N variáveis como função de apenas 2 (duas), admitindo duas direções de pesquisa na procura do mínimo.

### 7.1 - DESCRIÇÃO DO ALGORITMO

Dado um ponto inicial  $X_0$ , o próximo ponto é calculado pela relação (3, 4):

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_i \quad i = 0, 1, \dots, n \quad (7.1)$$

onde

$$\Delta X_i = X_{i+1} - X_i \quad i = 0, 1, \dots, n \quad (7.2)$$

cujo valor  $\bar{e}$  é dado por:

$$\Delta X_i = a_i G_i + b_i \Delta X_{i-1} \quad (7.3)$$

onde  $G_i$   $\bar{e}$  o gradiente da função no ponto  $X_i$  e  $\Delta X_i$  denota o vetor diferença da iteração anterior.

De acordo com as equações (7.1) e (7.3) a função no ponto  $X_{i+1}$   $\bar{e}$  dada por:

$$F(X_{i+1}) = F(X_i - a_i \cdot G_i + b_i \Delta X_i) = F(a_i, b_i) \quad (7.4)$$

Da equação (7.4), vê-se que, o maior de crêscimo da função ocorre quando  $a$  e  $b$  satisfazem a condição:

$$F_a = 0 \quad e \quad F_b = 0 \quad (7.5)$$

onde o subscripto denota as derivadas parciais.

Para se efetuar a pesquisa bi-dimensio nal, usa-se a técnica de quasi-linearização (3).

Supondo:

$$\Delta a_i = a_i - a_0 \quad e \quad \Delta b_i = b_i - b_0 \quad (7.6)$$

onde  $a_0$  e  $b_0$  representam valores iniciais no início de cada pesquisa.

Das equações (7.6)-1 e (7.6)-2 vê-se que:

$$a_i = a_0 + \Delta a_i \quad e \quad b_i = b_0 + \Delta b_i \quad (7.7)$$

As quantidades  $\Delta a_i$  e  $\Delta b_i$  podem ser calculadas através das relações:

$$\Delta a_i = - \mu(D_1/D_2) \text{ sign } (D_4/D_3) \quad (7.8)$$

$$\Delta b_i = - \mu(D_2/D_3) \text{ sign } (D_4/D_3) \quad (7.9)$$

e  $\mu$  é uma variável cujo valor está no intervalo fechado:

$$0 \leq \mu \leq 1 \quad (7.10)$$

e as quantidades  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  e  $D_4$  são dadas pelas equações abaixo (3):

$$D_1 = F_a \cdot F_{bb} - F_b \cdot F_{ab} \quad (7.11)$$

$$D_2 = F_b \cdot F_{aa} - F_a \cdot F_{ab} \quad (7.12)$$

$$D_3 = F_{aa} \cdot F_{bb} - F_{ab}^2 \quad (7.13)$$

$$D_4 = F_a^2 \cdot F_{bb} - 2F_a F_b F_{ab} + F_b^2 F_{aa} \quad (7.14)$$

onde  $F_a$ ,  $F_b$ ,  $F_{aa}$ ,  $F_{bb}$  e  $F_{ab}$  são calculadas no ponto  $X_{i+1}$  dada pela equação (7.1).

## 7.2 - REPRESENTAÇÃO DO ALGORITMO "MEMORY GRADIENT" DE MIELLE-CANTRELL EM FORMA CONVENIENTE PARA IMPLEMENTAÇÃO EM COMPUTADOR DIGITAL

No Algoritmo "Memory Gradient" de Miele-Cantrell (3), foi introduzida uma pequena modificação. No início da pesquisa ou após  $N$  ou  $N + 1$  iterações, faz-se

$\Delta X_{i-1}$  igual a zero, e a pesquisa linear de maneira idêntica a do algoritmo geral ou simplificado de Huang e não seguindo a versão apresentada por Miele-Cantrell (3,4).

Passos do algoritmo:

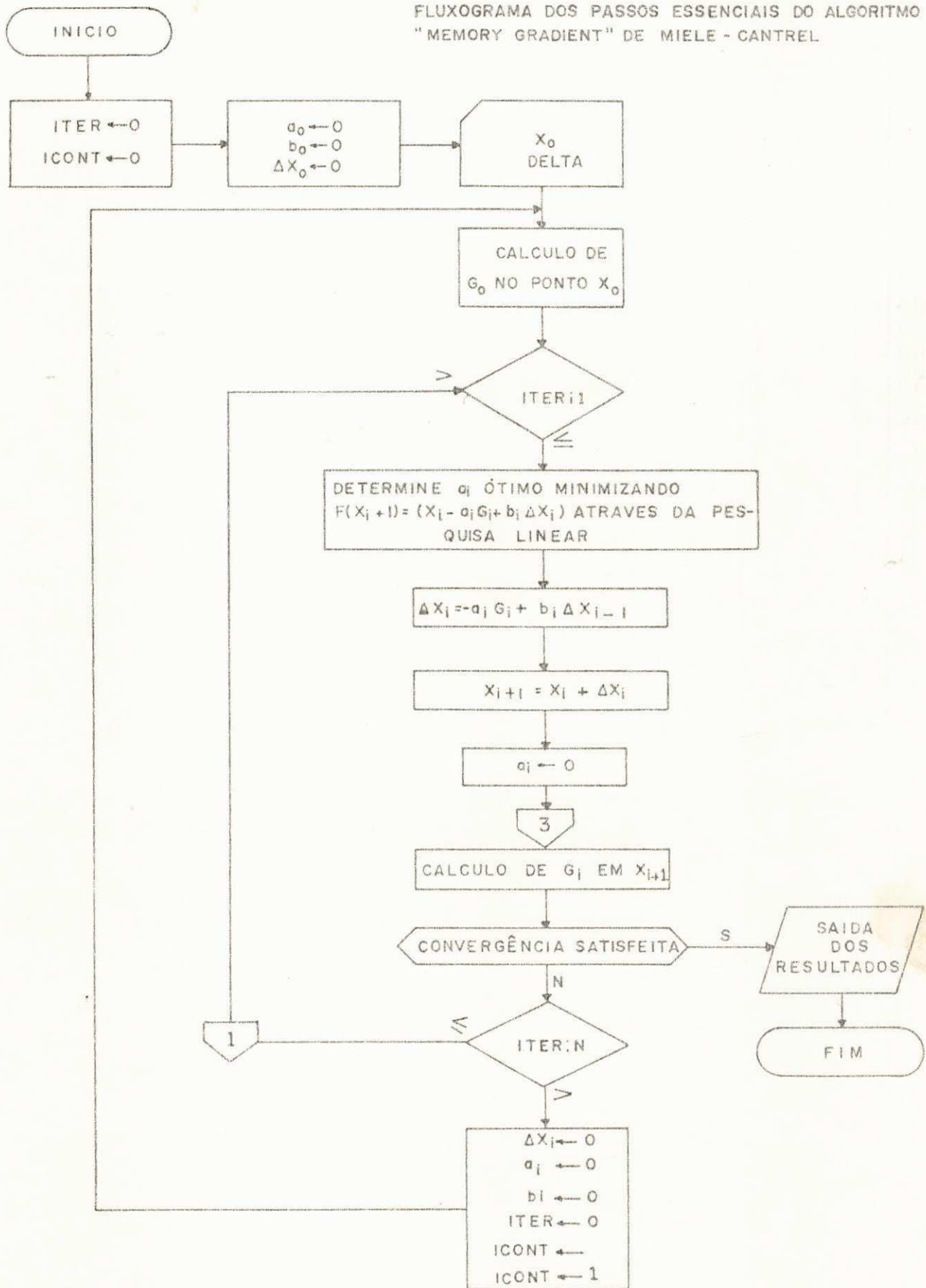
- a) Alocação do valor zero ao contador de iterações ITER, para se comparar com o nº de variáveis da função, bem como ao contador normal de iterações ICONT.
- b) Escolha dos valores iniciais de  $a_0$ ,  $b_0$  e  $\Delta X_0$ .
- c) Escolha de um ponto inicial de pesquisa  $X_0$  e a aproximação para o cálculo do gradiente através da variável DELTA.
- d) Cálculo do gradiente  $G_0$  no ponto  $X_0$
- e) Verifica se é a primeira iteração.
  - Se ITER igual a 1, vá a f
  - Se maior que 1, vá a n
- f) Pesquisa linear é feita para encontrar  $X_{i+1}$ , através da equação (7.4), como no algoritmo geral de Huang.
- g) Cálculo de  $\Delta X_i$ , através da equação (7.2).
- h) Cálculo  $X_{i+1}$ , através da equação (7.1).

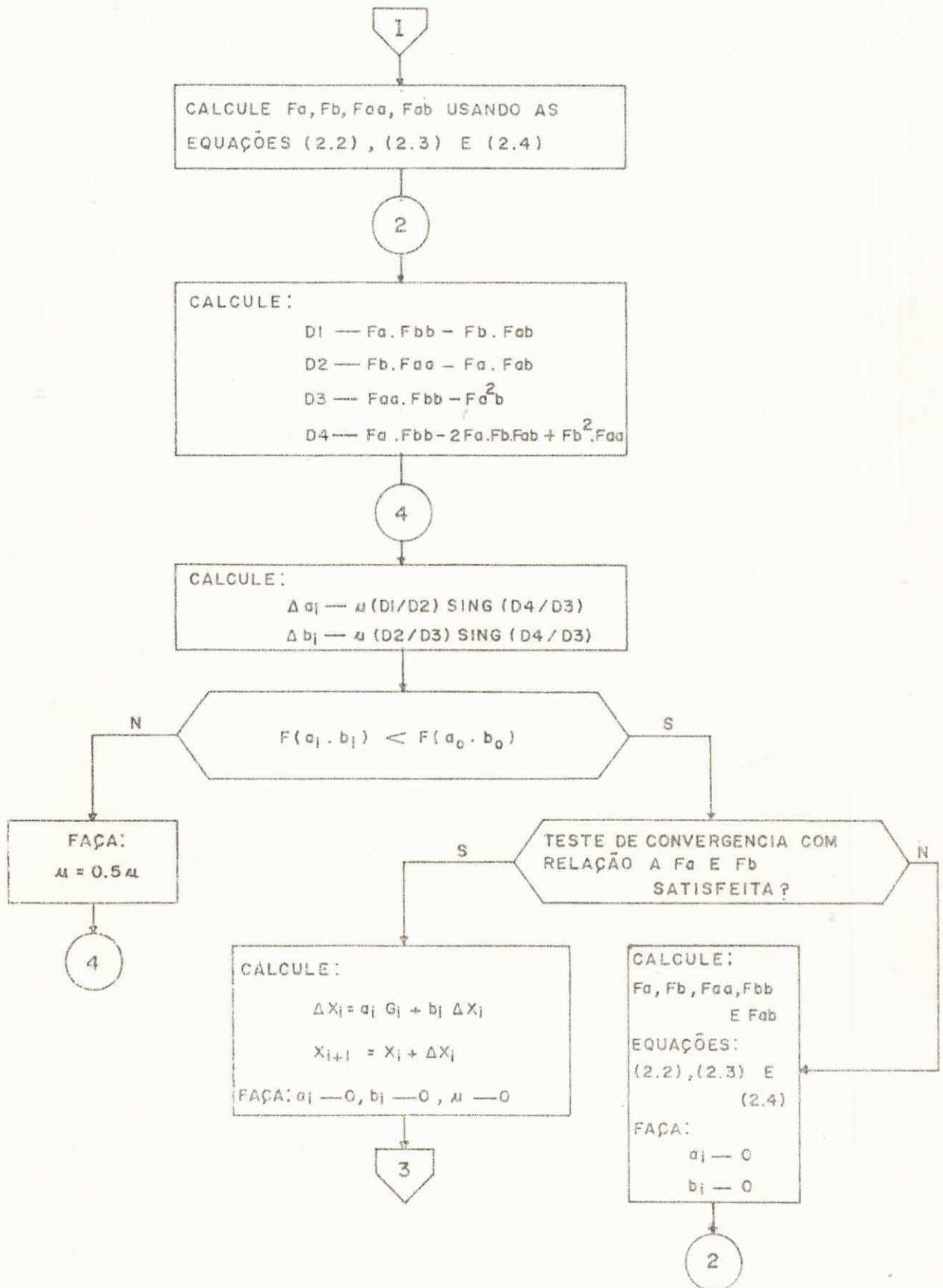
- i) Faça  $a_i = 0$
- j) Cálculo do gradiente  $G_{i+1}$ , no ponto  $X_{i+1}$
- k) Teste de convergência
  - Se convergência satisfeita, saída dos resultados
  - Se convergência não satisfeita, vá a l.
- l) Teste N° de iterações com n° de variáveis da função
  - Se ITER maior que n° de variáveis da função, vá a m.
  - Caso contrário, vá a n.
- m) Faça  $\Delta X_i = 0$ ,  $a_i = 0$ ,  $b_i = 0$ , ITER = 0 e incremente contador normal de iterações, e vá a d.
- n) Cálculo das derivadas parciais  $F_a, F_b, F_{aa}$  e  $F_{ab}$  através das equações (2.2), (2.3) e (2.4), respectivamente, no ponto  $X_{i+1}$ .
- o) Cálculo dos valores de  $D_1, D_2, D_3$  e  $D_4$  através das equações (7.11), (7.12), (7.13) e (7.14) respectivamente.
- p) Cálculo de  $\Delta a_i$  e  $\Delta b_i$  através das equações (7.6)-1 e (7.6)-2 respectivamente.

- q) Verificação dos valores de  $F(a_i, b_i)$  e  $F(a_0, b_0)$
- Se  $F(a_i, b_i) < F(a_0, b_0)$  vá a r
  - Caso contrário, vá a s
- r) Teste de convergência com relação a  $F_a$  e  $F_b$
- Se convergência satisfeita, vá a t
  - Caso contrário vá a u
- s) Divida  $\mu$  por 2 e vá a p
- t) Calcule  $\Delta X_i$  através da equação (7.2) e  $X_{i+1}$ . Faça  $a_i = 0$ ,  $b_i = 0$ ,  $\mu = 1$  e vá a j.
- u) Calcule de  $F_a$ ,  $F_b$ ,  $F_{aa}$  e  $F_{ab}$  através das equações (2.2), (2.3) e (2.4) respectivamente. Faça  $a_i = 0$ ,  $b_i = 0$  e vá a o.



FLUXOGRAMA DOS PASSOS ESSENCIAIS DO ALGORITMO  
"MEMORY GRADIENT" DE MIELE - CANTREL





8 - TESTES REALIZADOS COM ALGORITMOS GERAL DE HUANG, ALGO-  
RITMOS SIMPLIFICADOS DE HUANG E ALGORITMO "MEMORY GRA-  
DIENTE" DE MIELE CANTRELL COM APLICAÇÃO A FUNÇÕES DE  
TESTES ESCOLHIDOS

Os testes realizados abrangem um total de 5 funções de teste, com apenas uma função quadrática. O teste com a função quadrática foi feita para verificar se a implementação do algoritmo era correta. Das 5 funções, 3 (três) foram desenvolvidas durante o procedimento desse trabalho, para servirem como funções de teste. As outras duas funções fôram tiradas de bibliografia (2, 3, 4, 5), sendo ambas consideradas como de convergência difícil. Todas as funções de teste acham-se no Apêndice 1.

Os resultados dos testes acham-se nas tabelas 2, 3, 4, 5 e 6. A precisão requerida (mínima) para terminar computação foi:

$$G_i^T \cdot G_i < \epsilon \quad (8.1)$$

onde  $G_i$  é o gradiente da função a  $\epsilon$  é um nº bastante pequeno. Nêsse trabalho foi estimado em

$$10^{-8} \leq \epsilon \leq 10^{-6} \quad (8.2)$$

Os resultados colocados na tabela confirmam confiabilidade dos algoritmos (soluções ótimas atingidas) e informam sobre número de iterações necessárias para chegar a solução com precisão requerida.

A precisão requerida por (8.1) faz com que, para tôdas as funções de teste, a computação termine com o valor ótimo das funções aproximadamente igual a:

$$F_{\min} \leq 10^{-8} \quad (8.3)$$

onde para tôdas as funções de teste,  $F_{\min} = 0$ .

Para alguns algoritmos, há impresso ao lado das iterações, os seguintes símbolos:

· - Como foi dito anteriormente, a pesquisa linear na procura do mínimo é feita ao longo do vetor de pesquisa estabelecida pela equação (5.6). Pode ocorrer no entanto que, não haja mínimo ao longo desse vetor de pesquisa. Tenta-se então encontrar o mínimo na direção contrária ao mesmo vetor. Caso também não haja mínimo nessa direção, toma-se como vetor de pesquisa o gradiente da função. A impressão de tal símbolo significa o que foi dito acima.

.. - Significa que, não foi encontrado mínimo ao longo do vetor de pesquisa dado pela equação (5.6) e que o mínimo da função é procurado na direção oposta ao mesmo.

ALGORITMO	1	2	3	4	5
1	8	25	57	38	92
2	8	27	57	36	91
3	8	25	57	36	90
4	8	25	57	38	91
5	8	18	61	36	93
6	8	34	61	36	92
7	8	34	61	36	93
8	8	27	63	38	91
9	8	26	63	36	91
10	8	25	63	36	90
11	8	26	63	36	87
12	8	26	57	38	93
13	8	25	63	36	92
14	8	28	57	38	91
15	8	31	50	39	93

TABELA 2 - Funções Testes

Algoritmo Geral de Huang. Resultados com a condição de repartida  $\Delta N = N$ . A numeração dos algoritmos estar de acordo com a Tabela 1.

ALGORITMO	2	3	4	5
1	30	44	36	67
2	30	41	31	67
3	30	43	36	67
4	30	45	36	67
5	30	66	39	90
6	30	64	39	93
7	30	69	36	90
8	30	50	31	67
9	30	50	31	67
10	30	50	31	69
11	30	50	32	67
12	30	41	36	69
13	30	50	31	67
14	30	45	37	67
15	30	49	37	67

TABELA 3 - Funções Testes

Algoritmo Geral de Huang. Funções Testes não Quadráticas. Resultados com a condição de : repartida  $\Delta N = N + 1$ . A numeração dos algoritmos estar de acordo com a Tabela 1.

ALGORITMO	1	2	3	4	5
1	10	39	72	35	87
2	10	39	72	35	87
3	10	39	38	42	390

TABELA 4 - Funções Testes

ALGORITMO	2	3	4	5
1	32	58	41	90
2	32	58	41	90
3	32	54	64	257

TABELA 5 - Funções Testes

Algoritmos Simplificados de Huang. Resultados com a condição de repartida  $\Delta N = N$  e  $\Delta N = N+1$ , respectivamente.



CONDIÇÃO DE REPARTIÇÃO	1	2	3	4	5
$\Delta N = N$	10	20	35	62	162
$\Delta N = N+1$	-	22	13	44	149

TABELA 6 - Funções Testes

Algoritmo: "Memory Gradient" de Miele e Cantrell. Resultados Obtidos.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior  
Coordenação Setorial de Pós-Graduação  
Rua Aprígio Veloso, 882 Tel. (333) 321 7222-R 355  
58.100 - Campina Grande - Paraíba

## 9 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos acham-se nas tabelas 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente. A condição de repartida, para as funções não quadráticas são:  $\Delta N = N$ , onde  $N$  representa o número de variáveis independentes da função e  $\Delta N = N+1$ .

Tais resultados foram analisados levando-se em conta 2 fatores: nº de iterações para se chegar ao ponto ótimo da função e confiabilidade, em relação ao valor das coordenadas e da função objetiva.

Número de Iterações - Para a função quadrática, pelos dados apresentados na tabela 2, vê-se que os grupos de algoritmos: 1.4, 5.7, 8.15, comportam-se identicamente, todos eles chegando ao ponto de mínimo da função, com o número de iterações igual no máximo ao número de variáveis independentes. Logo, qualquer um dos algoritmos desses grupos, pode ser o representante dos mesmos. 0

mesmo se aplica a tabela 4, dos algoritmos simplificado de Huang.

Para as funções não quadráticas e com a condição de repartida  $\Delta N = N$ , observa-se também que êsses grupos de algoritmos, já acima citados, mantêm as mesmas características. Os algoritmos do grupo 5.7, na maioria das vezes, apresenta mais número de iterações, para encontrar o ponto ótimo da função adjetiva como mostrado na tabela 2. A função teste nº 3, com os resultados na tabela citada mostra mais claramente as características de cada grupo de algoritmo.

Os resultados apresentados nas tabelas 4 e 5, são referentes aos algoritmos simplificados de Huang. Esses algoritmos, em geral, apresentam maior número de iterações, para alcançar o ponto ótimo. O algoritmo de Fletcher-Reeves, que nêsse trabalho ficou como algoritmo simplificado nº 3 tem a vantagem de requerer somente uma pequena área de armazenagem do computador. Porém, o maior número de iterações comparado aos outros algoritmos, significa que o mesmo não é muito preciso na geração das direções conjugadas.

Os resultados do Algoritmo "Memory Gradient", acham-se na tabela 6, para as duas condições de repartida. A vantagem desse algoritmo sobre os outros, é o uso de duas direções de pesquisa, tendo por isso maior "Liberdade" de movimento, na procura do mínimo. Isso pode le-

var, em alguns casos, há diferenças bastantes significativas no número de iterações, como no caso da função teste número 3, onde o mesmo precisou de 13 iterações para encontrar o ponto ótimo, com a condição de repartida  $\Delta N = N+1$ , e todos os outros levaram no mínimo 31. Porém tal resultado não significa que, esse algoritmo seja o melhor, pois para a função nº 5, enquanto que os algoritmos, com exceção do simplificado nº 3 de Huang, levaram no máximo 93 iterações, o mesmo levou 165.

Confiabilidade - Todos os algoritmos obtiveram soluções ótimas, dentro de certa precisão com respeito ao vetor de coordenadas do ponto ótimo e o valor da função. O Apêndice 4 mostra alguns resultados.

## 10- CONCLUSÕES

Os resultados apresentados indicam que não se pode a priori denominar um algoritmo como "o melhor", em termos de eficiência e confiabilidade baseado em alguns resultados. Um algoritmo pode ser muito eficiente e confiável, com relação a determinado problema teste, e simplesmente não encontrar soluções satisfatórias para outros. Com relação aos algoritmos aqui estudados, todos eles conseguiram encontrar as soluções corretas dos problemas propostos, alguns deles com convergência bastante difícil, variando apenas entre eles, o número de iterações, para encontrar a solução ótima.

## 11 - B I B L I O G R A F I A

- 1 - HUANG, H.Y - Unified Approach to Quadractically Convergent Algorithms for Function Minimizatton - JOTA\* : Vol. 5, Nø 6, 1970 - Pg 405-422.
- 2 - HUANG, H.Y and LEVY, A.V - Numerical Experiments on quadrafically Convergent Algoritms for Funtion Minimization - JOTA - Vol. 6, Nø 3, 1970 - PS 209-282.
- 3 - MIELE, A. CONTRELL, J.W - Study on a Memory Gradient Method for the Minimization of Functions - JOTA - Vol. 3, Nø 6, 1969 - pg 459-469.
- 4 - HIMMELBLAU, DAVID M. - Applied Nonlinear Programming - McGraw-Hill - 1972.
- 5 - GOTTFRIED, BYRON S. - WEISMAN, JOEL - Introduction to optimization theory - Prentice Hall - 1973.
- 6 - COOPER, LEON - STEINBERG, DAVID - Introduction to Methods of Optimization - W.B. Saunders Company - 1970.
- 7 - MANGASARIAN, OLVI L. - Non-Linear Programming - McGraw - Hill - 1969.
- 8 - LASDONS, LEON S. - Optimization Theory for Large Systems Maeinillan Company - 1970.

\* Journal of Optimization Theory and Applications

## APÊNDICE 1

## FUNÇÃO TESTE 1

Função desenvolvida durante esse trabalho

Nº de variáveis : 10

Nº de restrições : Nenhuma

Função teste :

$$\begin{aligned} F(X) = & (X_1 + X_2 - 18)^2 + (X_2 + X_3 - 34)^2 \\ & (X_3 + X_4 - 60)^2 + (X_4 + X_5 - 78)^2 \\ & (X_5 + X_6 - 94)^2 + (X_6 + X_7 - 120)^2 \\ & (X_7 + X_8 - 138)^2 + (X_8 + X_9 - 154)^2 \\ & (X_9 + X_{10} - 180)^2 + (X_{10} - X_1 - 90)^2 \end{aligned}$$

Ponto de Partida:

$$X_i = 1 \quad i = 1, \dots, 10$$

Solução:

$$X^* = [7, 11, 23, 37, 41, 53, 67, 71, 83, 97]^T$$

$$F(X^*) = 0$$

## FUNÇÃO TESTE 2 (4, 5)

Nº de variáveis : 3

Nº de restrições : Nenhuma

Função Teste :

$$F(X) = 100 \{ [X_3 - 10 \cdot \theta(X_1, X_2)]^2$$

$$+ [(X_1^2 + X_2^2)^{1/2} - 1]^2 \} + X_3$$

$$\theta(X_1, X_2) = \begin{cases} 1/2\pi \operatorname{tg}^{-1} (X_2/X_1) & X_1 > 0 \\ 1/2 + 1/2\pi \operatorname{tg}^{-1} (X_2/X_1) & X_1 < 0 \end{cases}$$

Ponto de Partida:

$$X = [-1, 0, 0]^T$$

Solução:

$$X^* = [1, 0, 0]^T$$

$$F(X^*) = 0$$



## FUNÇÃO TESTE 3 (2, 3, 4)

Nº de variáveis : 4

Nº de restrições : Nenhuma

Função Teste :

$$\begin{aligned}
 F(X) = & 100 (X_2 - X_1^2)^2 + (1 - X_1)^2 + \\
 & 90 (X_4 - X_3^2)^2 + (1 - X_3)^2 + \\
 & 10.1 [(X_2 - 1)^2 + (X_4 - 1)^2] + \\
 & 19.8 (X_2 - 1) \cdot (X_4 - 1)
 \end{aligned}$$

Ponto de Partida:

$$X = [-3, -1, -3, -1]^T$$

Solução:

$$X^* = [1, 1, 1, 1]^T$$

$$F(X) = 0$$

## FUNÇÃO TESTE 4

Função desenvolvida durante êsse trabalho

Nº de variáveis : 5

Nº de restrições : Nenhuma

Função teste:

$$\begin{aligned}
 F(X) = & (X_1 X_2 X_3 - X_4 X_5 - 118)^2 + \\
 & (X_2 X_3 X_4 - X_5 X_1 - 1748)^2 + \\
 & (X_3 X_4 X_5 - X_1 X_2 - 5062)^2 + \\
 & (X_4 X_5 X_1 - X_2 X_3 - 1082)^2 + \\
 & (X_5 X_1 X_2 - X_3 X_4 - 262)^2
 \end{aligned}$$

Ponto de Partida:

$$X_i = 1, \quad i = 1, \dots, 5$$

Solução:

$$X^* = [3, 9, 6, 3, 17, 15, 21]^T$$

$$F(X^*) = 0$$

## FUNÇÃO TESTE 5:

Função desenvolvida durante êsse trabalho

Nº de variáveis : 10

Nº de restrições : Nenhuma

$$\begin{aligned}
 F(X) = & (X_1(X_{10}-X_9)-98)^2 + (X_2(X_1-X_{10})+990)^2 + \\
 & (X_3(X_2-X_1)-92)^2 + (X_4(X_3-X_2)-444)^2 + \\
 & (X_5(X_4-X_3)-574)^2 + (X_6(X_5-X_4)-212)^2 + \\
 & (X_7(X_6-X_5)-804)^2 + (X_8(X_7-X_6)-994)^2 + \\
 & (X_9(X_8-X_7)-332)^2 + (X_{10}(X_9-X_8)-1164)^2
 \end{aligned}$$

Ponto de Partida:

$$X_i = 100 \quad i = 1, \dots, 10$$

Solução:

$$X = [7, 11, 23, 37, 41, 53, 67, 71, 83, 97]^T$$

$$F(X) = 0$$

A P É N D I C E    2

```

REAL*8 ALFA, D1(10,1), D2(10,1), P(10,1), DELX(10,1), DELD(10,1),
*DELT, X(10,1), XMINI(10,1), F(10,10), H(10,10), FA(10,10), HI(10,10),
*N, LLL1A, SCFA, L1, L2, K1, K2, I1, F2, XCHAV, I, B, PP(10,10)
COMMON ALFA, D1, D2
X=0.01E034E03
READ(5,3)XCHAV
3 FCRMAT(10,5)
XCHAV1=XCHAV
READ(5,5)N
5 FCRMAT(F2)
READ(5,7)I
7 FCRMAT(D15,12)
READ(5,10)DELT
10 FCRMAT(D8,5)

```

MATRIZ INICIAL H

```

READ(5,20)((H(I,J),J=1,N),I=1,N)
20 FCRMAT(100,2)
JJ=C
ITER=0
IF(JJ)25,17,25
17 WPIIL(6,50)
30 FCRMAT('1',//)
25 CALL LEX(1,3)
WRITE(6,66)
40 FCRMAT(10X,'MÉTODOS SIMPLIFICADOS DE HUANG',5X,'PONCAU TESTE 2
*1,//,15X,'ALGORITMO TRES',//,5X,'ITERAÇÃO',5X,'F',21X,'COORDENADA
*2',//)
LCCNT=0
DO 35 I=1,N
DO 35 J=1,N
35 H(I,J)=H(I,J)

```

DERIVADAS PARCIAIS

```

CALL DERIV(N,3,LLL1A)
DO 105 I=1,N
105 D1(I,1)=L(1,1)

```

MATRIZ TRANSPOSTA

```

100 CALL LEX(2,(N+1),1)

```

VETOR DE PESQUISA

```

DO 110 I=1,N
P(I,1)=0.
DO 110 J=1,N
110 P(I,1)=P(I,1)+(H(I,J)*D1(J,1))
115 DELT=0.
DO 117 I=1,N
117 LLL1=DELT+P(I,1)*F(I,1)
DELT=1./DSQR1(DELT)

```

PESQUISA LINEAR

```

ALFA=0.0D+00
CALL PIRIFALF(N,F2,R,P,X,DELT,XMINI,DELX,IFLAG)
CALL VLFX(X,F1)
CALL VLFX(X,P1,F2)
IF(F2-F1)780,780,190
780 LCCNT=LCCNT+1
IF(IFLAG-1)800,800,190
800 H(LLL1-1)110,110,110
118 IF(LCCNT/5.-LCCNT/5)119,116,119
115 CALL VLFX(X,P1,F1)
WRITE(6,199)LCCNT,F1,(XMINI(I,1),I=1,N)

```

199 FORMAT(5X,I3,5X,D10.3,3X,10D9.2)

119 DO 120 I=1,N

120 X(I,1)=XMIN1(I,1)

C

DERIVADAS PARCIAIS

CALL DEPAR(N,X,DELTA)

C

CONDICAO DE PARADA

CC 130 I=1,N

IF(DABS(D2(I,1)\*D2(I,1))-F)130,130,140

130 CONTINUE

GO TO 190

140 CC 150 I=1,N

150 DELD(I,1)=D2(I,1)-D1(I,1)

ITER=ITER+1

D=C.

DC 151 I=1,N

151 D=D+DELX(I,1)\*DELD(I,1)

CC 152 I=1,N

DO 152 J=1,N

152 MP(I,J)=DELL(I,1)\*DELX(J,1)

DO 153 I=1,N

CC 153 J=1,N

HN(I,J)=0.

CC 153 K=1,N

153 HN(I,J)=HN(I,J)+(H1(I,K)\*MP(K,J))/D

CC 154 I=1,N

DO 154 J=1,N

154 HN(I,J)=H(I,J)-HN(I,J)

C

MATRIZ TRANSPOSTA

CALL TRANS(N,HN,HT)

DO 155 I=1,N

CC 155 J=1,N

155 H(I,J)=HN(I,J)

DO 160 I=1,N

P(I,1)=0.

DC 160 J=1,N

C

VETOR DE PESQUISA

160 P(I,1)=P(I,1)+(H1(I,J)\*D2(J,1))

DC 173 I=1,N

173 DI(I,1)=D2(I,1)

IF(ITER-N)115,180,180

180 CC 185 I=1,N

DO 185 J=1,N

185 F(I,J)=F1(I,J)

ITER=0

CC IC 103

190 IF(LCCNT/5.-LCCNT/5)205,210,205

205 CALL VLFX(XMIN1,F1)

WRITE(6,199)LCCNT,F1,{XMIN1(I,1),I=1,N}

210 STOP

END

C

## PESQUISA LINEAR

```

SUBROUTINE MINIM(XCHAV,R,N,P,X,DELT,XMIN1,DELX,IFLAG)
REAL*8 ALFA,D1(10,1),D2(10,1),DELT,P(10,1),F1,F2,X(10,1),X3(10,1),
*X1,X2,XMIN1(10,1),XMIN,XMAX,R,EPSLO,XCHAV,DELX(10,1),F3
COMMON ALFA,D1,E2
KK=0
ITRCC=0
IFLAG=0
JJ=0
3 CALL VLFX1(N,XCHAV,X,P,F1)
ALFA=DELT
5 DO 10 I=1,N
X3(I,1)=X(I,1)-XCHAV*ALFA*P(I,1)
10 XMIN1(I,1)=X(I,1)+XCHAV*ALFA*P(I,1)
CALL VLFX(X3,F2)
CALL VLFX(XMIN1,F3)
IF(F3-F1)18,18,12
12 IF(F2-F1)25,25,13
13 ALFA=0.5*ALFA
DO 14 I=1,N
IF(DABS(X(I,1)-X3(I,1))-10.**(-8))14,14,5
14 CONTINUE
DO 15 I=1,N
15 P(I,1)=D2(I,1)
ALFA=0.00+00
IFLAG=IFLAG+1
IF(IFLAG-1)3,3,130
18 XCHAV=-XCHAV
ITRCC=1
19 ALFA=2.*ALFA
F1=F3
CALL VLFX1(N,XCHAV,X,P,F3)
IF(F3-F1)19,19,20
20 WRITE(6,22)
22 FORMAT(10X,'...')
GO TO 49
25 ALFA=2.*ALFA
F1=F2
CALL VLFX1(N,XCHAV,X,P,F2)
IF(F2-F1)25,25,49

```

C

## GOLDEN RATIO SEARCH

```

49 XMAX=ALFA
XMIN=0.00+00
44 X2=XMIN+R*(XMAX-XMIN)
ALFA=X2
CALL VLFX1(N,XCHAV,X,P,F2)
X1=XMIN+(XMAX-X2)
ALFA=X1
CALL VLFX1(N,XCHAV,X,P,F1)
55 DO 56 I=1,N
X3(I,1)=X(I,1)-(XCHAV*X2*P(I,1))
XMIN1(I,1)=X(I,1)-(XCHAV*X1*P(I,1))
56 CONTINUE
IF(JJ-10)58,78,78
58 DO 59 I=1,N
IF(DABS(X3(I,1)-XMIN1(I,1))-10.**(-10))59,59,68
59 CONTINUE
GO TO 95

```

```

68 IF (F1-F2) 70,79,80
70 XMAX=X2
   XZ=X1
   F2=F1
   X1=XMIN+(XMAX-XZ)
   ALFA=X1
   CALL VLEF1(N,XCHAV,X,P,F1)
   JJ=JJ+1
   GO TO 55
78 XMAX=X2
   XMIN=X1
   JJ=0
   GO TO 44
79 XMAX=X2
   XMIN=X1
   GO TO 44
80 XMIN=X1
   X1=X2
   X2=XMAX-(X1-XMIN)
   F1=F2
   ALFA=X2
   CALL VLEF1(N,XCHAV,X,P,F2)
   JJ=JJ+1
   GO TO 55
95 DO 97 I=1,N
97 DELX(I,1)=XMIN(I,1)-X(I,1)
   IF (IIRCC) 105,110,105
105 XCHAV=-XCHAV
110 IF (IFLAG-1) 130,115,130
115 WRITE(6,120)
120 FORMAT(10X,'.')
130 RETURN
   END

```

C

DERIVADAS PARCIAIS

```

SUBROUTINE DEPAR(N,X,DELTA)
REAL*8 ALFA,D1(10,1),D2(10,1),F1,F2,X(10,1),DELTA
COMMON ALFA,D1,D2
DO 10 I=1,N
X(I,1)=X(I,1)+DELTA
CALL VLEF(X,F1)
X(I,1)=X(I,1)-2.*DELTA
CALL VLEF(X,F2)
D2(I,1)=(F1-F2)/(2.*DELTA)
10 X(I,1)=X(I,1)+DELTA
RETURN
END

```



```
SUBROUTINE LEXIN,X)
REAL*8 X(10,1)
```

PONTO INICIAL DE PESQUISA

```
70 READ(5,70)(X(I,1),I=1,N)
70 FORMAT(D8.5)
RETURN
END
```

```
SUBROUTINE VLEFX(X,F)
```

```
REAL*8 F,X(10,1)
```

```
REAL*8 A
```

```
A=100.*(DSQRT(X(1,1)**2+X(2,1)**2)-1.)**2
```

```
IF(X(1,1))10,6,5
```

```
5 F=100.*(X(3,1)-10.*0.1592*DATAN(X(2,1)/X(1,1)))**2+A+X(3,1)**2
```

```
RETURN
```

```
6 WRITE(6,8)
```

```
8 FORMAT(10X,'PONTO DE DESCONTINUIDADE')
```

```
RETURN
```

```
10 F=100.*(X(3,1)-10.*(0.5+0.1592*DATAN(X(2,1)/X(1,1))))**2+A
```

```
*+X(3,1)**2
```

```
RETURN
```

```
END
```

```
SUBROUTINE VLEFX1(N,XCHAV,X,P,FF)
```

```
REAL*8 ALFA,D1(10,1),D2(10,1),P(10,1),FF,X(10,1),XCHAV,F1,X1(10,1)
```

```
COMMON ALFA,D1,D2
```

```
DO 10 I=1,N
```

```
10 X1(I,1)=X(I,1)-(XCHAV*ALFA*P(I,1))
```

```
CALL VLEFX(X1,F1)
```

```
FF=F1
```

```
RETURN
```

```
END
```

CALCULO MATRIZ TRANSPOSTA

```
SUBROUTINE TRANS(N,H,HT)
```

```
REAL*8 H(10,10),HT(10,10)
```

```
DO 10 I=1,N
```

```
DO 10 J=1,N
```

```
10 HT(J,I)=H(I,J)
```

```
RETURN
```

```
END
```

```

REAL*8 ALFA,D1(10,1),D2(10,1),P(10,1),DELX(10,1),DELD(10,1),
*DELT,X(10,1),XMIN1(10,1),H(10,10),HT(10,10),HN(10,10),HI(10,10),
*R,DELTA,SOMA,C1,C2,K1,K2,F1,XCHAV,E
COMMON ALFA,D1,D2
R=C.618034D+00
READ(5,3)XCHAV
3 FORMAT(D3.0)
XCHAV1=XCHAV
READ(5,5)N
5 FCRMAT(I2)
READ(5,7)E
7 FORMAT(D15.12)
READ(5,10)DELTA
10 FORMAT(D3.5)

```

C MATRIZ INICIAL H

```

READ(5,20)((H(I,J),J=1,N),I=1,N)
20 FORMAT(5D5.2)
JJ=0
DO 210 JJJJ=1,15
ITER=0
IF(JJ)25,17,25
17 WRITE(6,30)
30 FORMAT('1',//)
25 CALL LER(N,ROU,C1,C2,K1,K2,X)
LCCNT=0
DO 35 I=1,N
DO 35 J=1,N
35 HI(I,J)=H(I,J)

```

C DERIVADAS PARCIAIS

```

CALL DEPAR(N,X,DELTA)
DO 105 I=1,N
105 D1(I,1)=D2(I,1)

```

C MATRIZ TRANSPOSTA

```

108 CALL TRANS(N,H,HT)

```

C VETOR DE PESQUISA

```

DO 110 I=1,N
P(I,1)=0.
DO 110 J=1,N
110 P(I,1)=P(I,1)+(HT(I,J)*D1(J,1))
115 DELT=0.
DO 117 I=1,N
117 DELT=DELT+P(I,1)*P(I,1)
DELT=1./DSQRT(DELT)

```

C PESQUISA LINEAR

```

ALFA=0.0D+00
CALL MINIM(XCHAV,R,N,P,X,DELT,XMIN1,DELX,IFLAG)
CALL VLFX(X,F1)
CALL VLFX(XMIN1,F2)
IF(F2-F1)780,780,190
780 LCCNT=LCCNT+1
IF(IFLAG-1)800,800,190
800 IF(LCCNT-1)116,116,118
118 IF(LCCNT/5.-LCCNT/5)119,116,119
116 CALL VLFX(XMIN1,F1)
WRITE(6,199)LCCNT,F1,(XMIN1(I,1),I=1,N)
199 FORMAT(5X,I3,5X,D10.3,3X,10D9.2)
119 DO 120 I=1,N
120 X(I,1)=XMIN1(I,1)

```

C	CALL DEPAR(N,X,DELTA)	DERIVADAS PARCIAIS
C	DO 130 I=1,N IF(DABS(D2(I,1)*D2(I,1))-E)130,130,140	CONDICAO DE PARADA
130	CONTINUE GO TO 190	
140	DO 150 I=1,N	
150	DELD(I,1)=D2(I,1)-D1(I,1) ITER=ITER+1 CALL HAGAR(N,ROU,C1,C2,K1,K2,H,HT,DELX,DELD,HN)	
C		MATRIZ TRANSPOSTA
	DO 156 I=1,N DO 156 J=1,N	
156	H(I,J)=HN(I,J) CALL TRANS(N,HN,HT)	
	DO 160 I=1,N P(I,1)=0. DO 160 J=1,N	
C		VETOR DE PESQUISA
160	P(I,1)=P(I,1)+(HI(I,J)*D2(J,1))	
	DO 173 I=1,N	
173	D1(I,1)=D2(I,1) IF(ITER-N)115,180,180	
180	DO 185 I=1,N DO 185 J=1,N	
185	H(I,J)=HI(I,J) ITER=0 GO TO 108	
190	JJ=JJ+1 IF(JJ-1)200,195,200	
195	JJ=0	
200	DO 198 I=1,N DO 198 J=1,N	
198	H(I,J)=HI(I,J) XCHAV=XCHAV1 IF(LCONT/5.-LCCNT/5)205,210,205	
205	CALL VLFX(XMIN1,F1) WRITE(6,199)LCCNT,F1,(XMIN1(I,1),I=1,N)	
210	CONTINUE STOP END	

C

## PESQUISA LINEAR

```

SUBROUTINE MINIM(XCHAV,R,N,P,X,DELT,XMIN1,DELX,IFLAG)
REAL*8 ALFA,D1(10,1),D2(10,1),DELT,P(10,1),F1,F2,X(10,1),X3(10,1),
*X1,X2,XMIN1(10,1),XMIN,XMAX,R,EPSLO,XCHAV,DELX(10,1),F3
COMMON ALFA,D1,D2
KK=0
ITROC=0
IFLAG=0
JJ=0
3 CALL VLFX1(N,XCHAV,X,P,F1)
ALFA=DELT
5 DO 10 I=1,N
X3(I,1)=X(I,1)-XCHAV*ALFA*P(I,1)
10 XMIN1(I,1)=X(I,1)+XCHAV*ALFA*P(I,1)
CALL VLFX(X3,F2)
CALL VLFX(XMIN1,F3)
IF(F3-F1)18,18,12
12 IF(F2-F1)25,25,13
13 ALFA=0.5*ALFA
DO 14 I=1,N
IF(DABS(X(I,1)-X3(I,1))-10.**(-8))14,14,5
14 CONTINUE
DO 15 I=1,N
15 P(I,1)=D2(I,1)
ALFA=0.0D+00
IFLAG=IFLAG+1
IF(IFLAG-1)3,3,130
18 XCHAV=-XCHAV
ITROC=1
19 ALFA=2.*ALFA
F1=F3
CALL VLFX1(N,XCHAV,X,P,F3)
IF(F3-F1)19,19,20
20 WRITE(6,22)
22 FORMAT(10X,'...')
GO TO 49
25 ALFA=2.*ALFA
F1=F2
CALL VLFX1(N,XCHAV,X,P,F2)
IF(F2-F1)25,25,49

```

C

## GOLDEN RATIO SEARCH

```

49 XMAX=ALFA
XMIN=0.0D+00
44 X2=XMIN+R*(XMAX-XMIN)
ALFA=X2
CALL VLFX1(N,XCHAV,X,P,F2)
X1=XMIN+(XMAX-X2)
ALFA=X1
CALL VLFX1(N,XCHAV,X,P,F1)
55 DO 56 I=1,N
X3(I,1)=X(I,1)-(XCHAV*X2*P(I,1))
XMIN1(I,1)=X(I,1)-(XCHAV*X1*P(I,1))
56 CONTINUE
IF(JJ-10)58,78,78
58 DO 59 I=1,N
IF(DABS(X3(I,1)-XMIN1(I,1))-10.**(-10))59,59,68
59 CONTINUE
GO TO 95

```

```

68 IF(F1-F2)70,79,80
70 XMAX=X2
   X2=X1
   F2=F1
   X1=XMIN+(XMAX-X2)
   ALFA=X1
   CALL VLFX1(N,XCHAV,X,P,F1)
   JJ=JJ+1
   GO TO 55
78 XMAX=X2
   XMIN=X1
   JJ=0
   GO TO 44
79 XMAX=X2
   XMIN=X1
   GO TO 44
80 XMIN=X1
   X1=X2
   X2=XMAX-(X1-XMIN)
   F1=F2
   ALFA=X2
   CALL VLFX1(N,XCHAV,X,P,F2)
   JJ=JJ+1
   GO TO 55
95 DO 97 I=1,N
97 DELX(I,1)=XMIN1(I,1)-X(I,1)
   IF(ITROC)105,110,105
105 XCHAV=-XCHAV
110 IF(IFLAG-1)130,115,130
115 WRITE(6,120)
120 FCRMAT(10X,'.')
130 RETURN
   END

```

```

SUBROUTINE LER(N,ROU,C1,C2,K1,K2,X)
REAL*8 X(10,1),C1,C2,K1,K2,ROU

```

COEFICIENTES DADOS

```

C
  READ(5,60)ROU,C1,C2,K1,K2
60 FORMAT(5D3.0)
  WRITE(6,63)
63 FCRMAT(//)
  WRITE(6,66)ROU,C1,C2,K1,K2
66 FORMAT(15X,'ALGORITMO GERAL DE HUANG',41X,'FUNCAO TESTE      4'
*,//,15X,'CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ
* H :',5(1X,F4.0),//,4X,'ITERACAO',5X,'F',21X,'COORDENADAS',/)
PONTO INICIAL DE PESQUISA
C
  READ(5,70)(X(I,1),I=1,N)
70 FORMAT(D8.5)
  RETURN
  END

```

C

CALCULO MATRIZ H

```

SUBROUTINE HAGAR(N,RCU,C1,C2,K1,K2,H,HT,DELX,DELD,HN)
REAL*8 DELX(10,1),DELD(10,1),H(10,10),HT(10,10),HN(10,10),
*B(10,10),C(10,10),V(10,1),V1(10),V2(10,1),D,E,C1,C2,K1,K2
  DC 10 I=1,N
  DC 10 J=1,N
  B(I,J)=0.
10 C(I,J)=0.
  DC 20 I=1,N
  V(I,1)=0.
  DC 20 J=1,N
20 V(I,1)=V(I,1)+HT(I,J)*DELD(J,1)
  IF(RCU)25,55,25
25 DC 28 I=1,N
28 V1(I)=(C1*DELX(I,1)+C2*V(I,1))
  D=0.
  DC 30 I=1,N
30 D=D+((C1*DELX(I,1)+C2*V(I,1))*DELD(I,1))
  DC 50 I=1,N
  DC 50 J=1,N
50 B(I,J)=B(I,J)+((DELX(I,1)*V1(J))/D)
55 DC 90 I=1,N
  V2(I,1)=0.
  DC 90 J=1,N
90 V2(I,1)=V2(I,1)+H(I,J)*DELD(J,1)
  DC 100 I=1,N
100 V1(I)=(K1*DELX(I,1)+K2*V(I,1))
  E=0.
  DC 103 I=1,N
103 E=E+((K1*DELX(I,1)+K2*V(I,1))*DELD(I,1))
  DC 110 I=1,N
  DC 110 J=1,N
110 C(I,J)=C(I,J)+((V2(I,1)*V1(J))/E)
  DC 120 I=1,N
  DC 120 J=1,N
120 HN(I,J)=H(I,J)+RCU*B(I,J)-C(I,J)
  RETURN
  END
```

```

SUBROUTINE VLFX1(N,XCHAV,X,P,FF)
REAL*8 ALFA,D1(10,1),D2(10,1),P(10,1),FF,X(10,1),XCHAV,F1,X1(10,1)
COMMON ALFA,D1,D2
DC 10 I=1,N
10 X1(I,1)=X(I,1)-(XCHAV*ALFA*P(I,1))
CALL VLFX(X1,F1)
FF=F1
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE VLFX(X,F)
REAL*8 F,X(10,1)
REAL*8 F1,F2,F3,F4,F5
F1=(X(1,1)*X(2,1)*X(3,1)-X(4,1)*X(5,1)-118)**2
F2=(X(2,1)*X(3,1)*X(4,1)-X(5,1)*X(1,1)-1478)**2
F3=(X(3,1)*X(4,1)*X(5,1)-X(1,1)*X(2,1)-5062)**2
F4=(X(4,1)*X(5,1)*X(1,1)-X(2,1)*X(3,1)-1082)**2
F5=(X(5,1)*X(1,1)*X(2,1)-X(3,1)*X(4,1)-262)**2
F=F1+F2+F3+F4+F5
RETURN
END

```

C

#### DERIVADAS PARCIAIS

```

SUBROUTINE DEPAR(N,X,DELTA)
REAL*8 ALFA,D1(10,1),D2(10,1),F1,F2,X(10,1),DELTA
COMMON ALFA,D1,D2
DC 10 I=1,N
X(I,1)=X(I,1)+DELTA
CALL VLFX(X,F1)
X(I,1)=X(I,1)-2.*DELTA
CALL VLFX(X,F2)
D2(I,1)=(F1-F2)/(2.*DELTA)
10 X(I,1)=X(I,1)+DELTA
RETURN
END

```

C

#### CALCULO MATRIZ TRANSPOSTA

```

SUBROUTINE TRANS(N,H,HT)
REAL*8 H(10,10),HT(10,10)
DC 10 I=1,N
DC 10 J=1,N
10 HT(J,1)=H(I,J)
RETURN
END

```

```

REAL*8 ALFA,D1(10,1),D2(10,1),P(10,1),DELX(10,1),DELD(10,1),
*DELT,X(10,1),XMIN1(10,1),H(10,10),HT(10,10),HN(10,10),HI(10,10),
*R,DELTA,SOMA,C1,C2,K1,K2,F1,F2,XCHAV,E,D,MP(10,10)
COMMON ALFA,D1,D2
R=0.618034D+00
READ(5,3)XCHAV
3  FORMAT(D3.0)
XCHAV1=XCHAV
READ(5,5)N
5  FORMAT(I2)
READ(5,7)E
7  FORMAT(D15.12)
READ(5,10)DELTA
10 FORMAT(D8.5)
C
READ(5,20)((H(I,J),J=1,N),I=1,N)
20 FORMAT(10D5.2)
JJ=0
ITER=0
IF(JJ)25,17,25
17 WRITE(6,30)
30 FORMAT('1',//)
25 CALL LER(N,X)
WRITE(6,66)
66 FORMAT(15X,'ALGORITMO SIMPLIFICADO DE HUANG',25X,'FUNCAO TESTE 5
*',//,15X,'ALGORITMO HUM ',//,6X,'ITERACAO',8X,'F',21X,'COORDENADA
*S',/)
LCONT=0
DO 35 I=1,N
DO 35 J=1,N
35 HI(I,J)=H(I,J)
C
CALL DEPAR(N,X,DELTA)
DO 105 I=1,N
105 D1(I,1)=D2(I,1)
C
108 CALL TRANS(N,H,HT)
C
DO 110 I=1,N
P(I,1)=0.
DO 110 J=1,N
110 P(I,1)=P(I,1)+(HT(I,J)*D1(J,1))
115 DELT=0.
DO 117 I=1,N
117 DELT=DELT+P(I,1)*P(I,1)
DELT=1./DSQRT(DELT)
C
ALFA=0.0D+00
CALL MINIM(XCHAV,R,N,P,X,DELT,XMIN1,DELX,IFLAG)
CALL VLFX(X,F1)
CALL VLFX(XMIN1,F2)
IF(F2-F1)780,780,190
780 LCONT=LCONT+1
IF(IFLAG-1)800,800,190
800 IF(LCONT-1)116,116,118
118 IF(LCONT/5.-LCONT/5)119,116,119
116 CALL VLFX(XMIN1,F1)
WRITE(6,199)LCONT,F1,(XMIN1(I,1),I=1,N)

```

MATRIZ INICIAL H

DERIVADAS PARCIAIS

MATRIZ TRANSPOSTA

VETOR DE PESQUISA

PESQUISA LINEAR



199 FORMAT(5X,I3,5X,D10.3,3X,10D9.2)

119 DO 120 I=1,N

120 X(I,1)=XMIN1(I,1)

C

CALL DEPAR(N,X,DELTA)

DERIVADAS PARCIAIS

C

CONDICAO DE PARADA

DO 130 I=1,N

IF(DABS(D2(I,1)\*D2(I,1))-E)130,130,140

130 CONTINUE

GO TO 190

140 DO 150 I=1,N

150 DELD(I,1)=D2(I,1)-D1(I,1)

ITER=ITER+1

D=0.

DO 151 I=1,N

151 D=D+DELX(I,1)\*DELD(I,1)

DO 152 I=1,N

DO 152 J=1,N

152 MP(I,J)=DELD(I,1)\*DELX(J,1)

DO 153 I=1,N

DO 153 J=1,N

HN(I,J)=0.

DO 153 K=1,N

153 HN(I,J)=HN(I,J)+(HI(I,K)\*MP(K,J))/D

DO 154 I=1,N

DO 154 J=1,N

154 HN(I,J)=H(I,J)-HN(I,J)

C

MATRIZ TRANSPOSTA

CALL TRANS(N,HN,HT)

DO 155 I=1,N

DO 155 J=1,N

155 H(I,J)=HN(I,J)

DO 160 I=1,N

P(I,1)=0.

DO 160 J=1,N

C

VETOR DE PESQUISA

160 P(I,1)=P(I,1)+(HT(I,J)\*D2(J,1))

DO 173 I=1,N

173 D1(I,1)=D2(I,1)

IF(ITER-N)115,115,180

180 DO 185 I=1,N

DO 185 J=1,N

185 H(I,J)=HI(I,J)

ITER=0

GO TO 108

190 IF(LCONT/5.-LCONT/5)205,210,205

205 CALL VLFX(XMIN1,F1)

WRITE(6,199)LCONT,F1,(XMIN1(I,1),I=1,N)

210 STOP

END

C

## PESQUISA LINEAR

```

SUBROUTINE MINIM(XCHAV,R,N,P,X,DELTA,XMIN1,DELTA,IFLAG)
REAL*8 ALFA,D1(10,1),D2(10,1),DELTA,P(10,1),F1,F2,X(10,1),X3(10,1),
*XI,X2,XMIN1(10,1),XMIN,XMAX,R,EPSLO,XCHAV,DELTA(10,1),F3
COMMON ALFA,D1,D2
KK=0
ITROC=0
IFLAG=0
JJ=0
3 CALL VLFX1(N,XCHAV,X,P,F1)
ALFA=DELTA
5 DO 10 I=1,N
X3(I,1)=X(I,1)-XCHAV*ALFA*P(I,1)
10 XMIN1(I,1)=X(I,1)+XCHAV*ALFA*P(I,1)
CALL VLFX(X3,F2)
CALL VLFX(XMIN1,F3)
IF(F3-F1)18,18,12
12 IF(F2-F1)25,25,13
13 ALFA=0.5*ALFA
DO 14 I=1,N
IF(DABS(X(I,1)-X3(I,1))-10.**(-6))14,14,5
14 CONTINUE
DO 15 I=1,N
15 P(I,1)=D2(I,1)
ALFA=0.00+00
IFLAG=IFLAG+1
IF(IFLAG-1)3,3,130
18 XCHAV=-XCHAV
ITROC=1
19 ALFA=2.*ALFA
F1=F3
CALL VLFX1(N,XCHAV,X,P,F3)
IF(F3-F1)19,19,20
20 WRITE(6,22)
22 FORMAT(10X,'...')
GO TO 49
25 ALFA=2.*ALFA
F1=F2
CALL VLFX1(N,XCHAV,X,P,F2)
IF(F2-F1)25,25,49

```

C

## GOLDEN RATIO SEARCH

```

49 XMAX=ALFA
XMIN=0.00+00
44 X2=XMIN+R*(XMAX-XMIN)
ALFA=X2
CALL VLFX1(N,XCHAV,X,P,F2)
X1=XMIN+(XMAX-X2)
ALFA=X1
CALL VLFX1(N,XCHAV,X,P,F1)
55 DO 56 I=1,N
X3(I,1)=X(I,1)-(XCHAV*X2*P(I,1))
XMIN1(I,1)=X(I,1)-(XCHAV*X1*P(I,1))
56 CONTINUE
IF(JJ-10)58,78,78
58 DO 59 I=1,N
IF(DABS(X3(I,1)-XMIN1(I,1))-10.**(-10))59,59,68
59 CONTINUE
GO TO 95

```

```
68 IF(F1-F2)70,79,80
70 XMAX=X2
   X2=X1
   F2=F1
   X1=XMIN+(XMAX-X2)
   ALFA=X1
   CALL VLFX1(N,XCHAV,X,P,F1)
   JJ=JJ+1
   GO TO 55
78 XMAX=X2
   XMIN=X1
   JJ=0
   GO TO 44
79 XMAX=X2
   XMIN=X1
   GO TO 44
80 XMIN=X1
   X1=X2
   X2=XMAX-(X1-XMIN)
   F1=F2
   ALFA=X2
   CALL VLFX1(N,XCHAV,X,P,F2)
   JJ=JJ+1
   GO TO 55
95 DO 97 I=1,N
97 DELX(I,1)=XMIN1(I,1)-X(I,1)
   CALL VLFX(XMIN1,F1)
   IF(ITROC)105,110,105
105 XCHAV=-XCHAV
110 IF(IFLAG-1)130,115,130
115 WRITE(6,120)
120 FORMAT(10X,')')
130 RETURN
   END
```

## CALCULO MATRIZ TRANSPOSTA

C

```

SUBROUTINE TRANS(N,H,HT)
REAL*8 H(10,10),HT(10,10)
DO 10 I=1,N
DO 10 J=1,N
10 HT(J,I)=H(I,J)
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE LER(N,X)
REAL*8 X(10,1)

```

C

## PONTO INICIAL DE PESQUISA

```

READ(5,70)(X(I,1),I=1,N)
70 FORMAT(D8.5)
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE VLFX1(N,XCHAV,X,P,FF)

```

```

REAL*8 ALFA,D1(10,1),D2(10,1),P(10,1),FF,X(10,1),XCHAV,F1,X1(10,1)
COMMON ALFA,D1,D2
DO 10 I=1,N
10 X1(I,1)=X(I,1)-(XCHAV*ALFA*P(I,1))
CALL VLFX(X1,F1)
FF=F1
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE VLFX(X,F)

```

```

REAL*8 F,X(10,1)
REAL*8 F1,F2,F3,F4,F5,F6,F7,F8,F9,F10
F1=X(1,1)*(X(10,1)-X(9,1))-98.
F2=X(2,1)*(X(1,1)-X(10,1))+990.
F3=X(3,1)*(X(2,1)-X(1,1))-92.
F4=X(4,1)*(X(3,1)-X(2,1))-444.
F5=X(5,1)*(X(4,1)-X(3,1))-574.
F6=X(6,1)*(X(5,1)-X(4,1))-212.
F7=X(7,1)*(X(6,1)-X(5,1))-804.
F8=X(8,1)*(X(7,1)-X(6,1))-994.
F9=X(9,1)*(X(8,1)-X(7,1))-332.
F10=X(10,1)*(X(9,1)-X(8,1))-1164.
F=F1**2+F2**2+F3**2+F4**2+F5**2+F6**2+F7**2+F8**2+F9**2+F10**2
RETURN
END

```

C

## DERIVADAS PARCIAIS

```

SUBROUTINE DEPAR(N,X,DELTA)
REAL*8 ALFA,D1(10,1),D2(10,1),F1,F2,X(10,1),DELTA
COMMON ALFA,D1,D2
DO 10 I=1,N
X(I,1)=X(I,1)+DELTA
CALL VLFX(X,F1)
X(I,1)=X(I,1)-2.*DELTA
CALL VLFX(X,F2)
D2(I,1)=(F1-F2)/(2.*DELTA)
10 X(I,1)=X(I,1)+DELTA
RETURN
END

```

```
REAL*8 G(10),G1(2),G2(2),G3,DELTA(10),X(10),X3(10),DELTA,DELTA1,  
*DELTA2,X1(2),XMI,ALFA,DELTA,D1,D2,D3,D4,E1,E2,E3,E4,P,DELTA,S
```

```
COMMON G,G1,G2,G3,DELTA,X3,DELTA1,DELTA2
```

```
TCOUNT=1
```

```
ITER=0
```

```
P=0.6180340+00
```

```
XMI=0.10+01
```

```
K=2
```

```
I1=0
```

```
X1(1)=0.00+00
```

```
X1(2)=0.00+00
```

```
READ(5,10)N,DELTA
```

```
10 FORMAT(I2,016,10)
```

```
READ(5,20)(X(I),I=1,N)
```

```
20 FORMAT(08,F5)
```

```
WRITE(6,25)
```

```
25 FORMAT(11,77)
```

```
WRITE(6,27)
```

```
27 FORMAT(15X,'ALGORITHMO MEMORY GRADIENTI',25X,'FINCAO TESTE P',77,  
*6X,'ITERACAO',3X,'E',21X,'COORDENADAS',7)
```

```
DO 30 I=1,N
```

```
30 DELTA(I)=0.
```

```
35 CALL DEPAR(N,X,DELTA)
```

```
DELTA=0.10+01
```

```
ITER=ITER+1
```

```
IF(ITER-1)43,43,150
```

```
43 CALL MINIM(N,P,X,X1,DELTA)
```

```
DO 100 I=1,N
```

```
DELTA(I)=-X1(I)*G(I)+X1(2)*DELTA(I)
```

```
100 X(I)=X3(I)
```

```
S=0.00+00
```

```
DO 45 I=1,N
```

```

X1(1)=0.00+00
CALL VIFX(X,F1)
IF (ICONT-1)601,600,601

600 WRITE(6,44)ICONT,F1,(X(I),I=1,N)
44  FORMAT(10X,13.3X,010.3.3X,1009.2)
601 XMT=0.10+01
108 DO 105 I=1,N
X(I)=X(I)+DELTA
CALL VIFX(X,F1)
X(I)=X(I)-2.*DELTA
CALL VIFX(X,F2)
G(I)=(F1-F2)/(2.*DELTA)
105 X(I)=X(I)+DELTA
DO 110 I=1,N
IF (G(I)*G(I)-10.**(-6))110,110,125
110 CONTINUE
GO TO 230

125 ITER=N)150,150,130
130 DO 140 I=1,N
140 D=1X(I)=0.
ITER=0
X1(1)=0.00+00
X1(2)=0.00+00

```

C I E V E I 21

MAIN

DATE = 79008

21/57/77

PAGE 1007

ICONT=ICONT+1

GO TO 35

150 CALL DEPAR(N,X,DELTA)

ITER=ITER+1

```

152 XMI=0.1D+01
153 D1=GI(I)*G2(I)-GI(2)*G3
D2=G1(I2)*G2(I)-G1(I)*G3
D3=G2(I)*G2(I)-G3**2
D4=G1(I)**2*G2(I)-2.*GI(I)*GI(2)*G3+GI(2)**2*G2(I)
SINAI=D4/D3
CALL VIFX1(N,X,X1,F1)
157 IF(SINAI)160,160,170
160 DAIFA=-XMI*(D1/D3)*(-1.)
DRETA=-XMI*(D2/D3)*(-1.)
GO TO 171
170 DAIFA=-XMI*(D1/D3)
DRETA=-XMI*(D2/D3)
171 IF(DARS(DAIFA)-10.*(8))173,173,175
173 IF(DARS(DRETA)-10.*(8))177,177,175
175 X1(1)=X1(1)+DAIFA
X1(2)=X1(2)+DRETA
CALL VIFX1(N,X,X1,F2)
IF(F2-F1)200,200,150
190 XMI=0.5*XMI
X1(1)=X1(1)-DAIFA
X1(2)=X1(2)-DRETA
GO TO 157
200 X1(1)=X1(1)+DEFTA1
CALL VIFX1(N,X,X1,F3)
X1(1)=X1(1)-2.*DEFTA1
CALL VIFX1(N,X,X1,F4)
G1(1)=(F3-F4)/(2.*DEFTA1)
X1(1)=X1(1)+DEFTA1
X1(2)=X1(2)+DEFTA2
CALL VIFX1(N,X,X1,F3)
X1(2)=X1(2)-2.*DEFTA2
CALL VIFX1(N,X,X1,F4)
G1(2)=(F3-F4)/(2.*DEFTA2)
X1(2)=X1(2)+DEFTA2

```

```

207 DO 210 I=1,N
DEFIX(I)=-X1(I)*G(I)+X1(2)*DELX(I)
210 X(I)=Y(I)+DEFIX(I)
II=0
X1(1)=0.00+00
X1(2)=0.00+00
S=0.00+00
DO 208 I=1,N
208 S=S+DEFIX(I)*DEFIX(I)
S=DSORT(S)
DELTA2=DELTA/S
CALL VIEFX(X,FI)
TCNT=TCNT+1

```

V C LEVEL 21

DATE = 79008

21/57/03

PAGE 0003

MAIN

```

IF(TCNT/5.-TCNT/5)301,300,301
300 WRITE(6,209)TCNT,FI,(X(I),I=1,N)
209 FORMAT(10X,13.3X,010.3,3X,1009.2)
301 IF(TCNT-160)108,108,230
230 CALL VIEFX(X,FI)
WRITE(6,209)TCNT,FI,(X(I),I=1,N)
STOP
END

```



```

SUBROUTINE MINIM(N,R,X,X1,DELTA)
  REAL *8 G(10),G1(2),G2(2),G3,DEFIX(10),X(10),X3(10),DELTA,DELTA1,
  *DELTA2,X1(2),XX1,XX2,XMIN,XMAX,F1,F2,R,EPSI0,XN1(10),XN2(10),DELTA
  COMMON G,G1,G2,G3,DEFIX,X3,DELTA1,DELTA2
  M=0

```

```

  JJ=0
  MM=0
  II=0

```

```

  CALL VIEF1(N,X,X1,F1)
  X1(1)=DELTA

```

```

  5 I=0

```

```

  10 CALL VIEF1(N,X,X1,F2)
  I=I+1

```

```

  IF (F1 - 2) 31,29,29

```

```

  29 X1(1)=2.*X1(1)
  F1=F2

```

```

  GO TO 10

```

```

  31 IF (I-1) 33,33,44

```

```

  33 X1(1)=0.5*X1(1)
  GO TO 5

```

```

  45 XMAX=X1(1)
  XMIN=0.

```

```

  49 XX2=XMIN+0.*(XMAX-XMIN)
  X1(1)=XX2

```

```

  CALL VIEF1(N,X,X1,F2)
  XX1=XMIN+(XMAX-XX2)

```

```

  X1(1)=XX1

```

```

  CALL VIEF1(N,X,X1,F1)

```

```

  55 JJ=JJ+1

```

```

  IF (JJ-10) 58,78,78

```

```

  58 DO 60 I=1,N

```

```

XN1(I)=X(I)-XX1#G(I)
60 XN2(I)=X(I)-XX2#G(I)
DO 65 I=1,N
FPSID=XN1(I)-XN2(I)
IF(DABS(FPSID)-10.*#(-10))65.65.67
65 CONTINUE
GO TO 84

67 IF(F1-F2)70.79.80
70 XMAX=XX2
XX2=XX1
F2=F1
XX1=XMIN+(XMAX-XX2)
Y1(I)=YX1
CALL VIFX1(N,X,X1,F1)
GO TO 55
78 XMAX=XX2
XMIN=XX1
J1=0
GO TO 49

79 XMAX=XX2
XMIN=XX1
MM=MM+1
IF(MM-3)49.49.84
80 XMIN=XX1
XY1=XX2
XX2=XMAX-(XX1-XMIN)
F1=F2

```

```

X1(I)=XX2
CALL VIFX1(N,X,X1,F2)
GO TO 55
84 DO 90 I=1,N
XN1(I)=(XN1(I)+XN2(I))/2.
90 X2(I)=XN1(I)
100 RETURN
END

```

```

SUBROUTINE DEPAR(N,X,DELTA)
REAL *8 C(10),G1(2),G2(2),G3,DEIX(10),X(10),X3(10),DELTA,DELTA1,
*DELTA2,F1,F2,S
COMMON G,G1,G2,G3,DEIX,X3,DELTA1,DELTA2
DO 10 I=1,N
  X(I)=X(I)+DELTA
  CALL VFX(X,F1)
  X(I)=X(I)-(0.20+01)*DELTA
  CALL VFX(X,F2)
  G(I)=(F1-F2)/(0.20+01)*DELTA1
10 X(I)=X(I)+DELTA
S=0.
DO 151 I=1,N
  S=S+G(I)*G(I)
151 S=DSORT(S)
DELTA1=DELTA/S
RETURN
END

```

```

CURRCHTIME DERIP(N,X,X1)
REAL #R C(10),G1(2),G2(2),G3,DELX(10),X(10),X3(10),DELTA,DELTA1,
*DELTA2,X1(2),F3,F4,F5,F6,F7,F8,F9,F10,F11
COMMON C,G1,G2,G3,DELX,X3,DELTA1,DELTA2
X1(1)=X1(1)+DELTA1
CALL VIFX1(N,X,X1,F3)
X1(1)=X1(1)-(0.2D+01)*DELTA1
CALL VIFX1(N,X,X1,F4)
G1(1)=(F3-F4)/(0.2D+01)*DELTA1
X1(1)=X1(1)+DELTA1
X1(2)=X1(2)+DELTA2
CALL VIFX1(N,X,X1,F3)
X1(2)=X1(2)-(0.2D+01)*DELTA2
CALL VIFX1(N,X,X1,F4)
G1(2)=(F3-F4)/(0.2D+01)*DELTA2
X1(2)=X1(2)+DELTA2
X1(1)=X1(1)-(0.2D+01)*DELTA1
CALL VIFX1(N,X,X1,F5)
X1(1)=X1(1)+(0.2D+01)*DELTA1
CALL VIFX1(N,X,X1,F6)
X1(1)=X1(1)+(0.2D+01)*DELTA1
CALL VIFX1(N,X,X1,F7)
G2(1)=(F5-(0.2D+01)*F6+F7)/(0.4D+01)*DELTA1**2
X1(1)=X1(1)-(0.2D+01)*DELTA1
X1(2)=X1(2)-(0.2D+01)*DELTA2
CALL VIFX1(N,X,X1,F5)
X1(2)=X1(2)+(0.2D+01)*DELTA2
CALL VIFX1(N,X,X1,F6)
X1(2)=X1(2)+(0.2D+01)*DELTA2
CALL VIFX1(N,X,X1,F7)
G2(2)=(F5-(0.2D+01)*F6+F7)/(0.4D+01)*DELTA2**2
X1(2)=X1(2)-(0.2D+01)*DELTA2
X1(1)=X1(1)+DELTA1
X1(2)=X1(2)+DELTA2
CALL VIFX1(N,X,X1,F8)

```

```
X1(2)=X1(2)-(0.20F01)*DEFI TA2  
CALL V1FX1(N,X,X1,F9)  
X1(1)=X1(1)-(0.20+01)*DEFI TA1  
X1(2)=X1(2)+(0.20+01)*DEFI TA2  
CALL V1FX1(N,X,X1,F10)  
X1(2)=X1(2)-(0.20+01)*DEFI TA2  
CALL V1FX1(N,X,X1,F11)  
C1=(F9-F9-F10+F11)/(0.40+01)*DEFI TA1*DEFI TA2  
X1(1)=X1(1)+DEFI TA1  
X1(2)=X1(2)+DEFI TA2  
RETURN  
END
```

V G LEVEL 21

VLEX1

DATE = 79008

21/57/03

PAGE 0001

```
SUBROUTINE VLEX1(N,X,X1,FF)
REAL*8 G(10),G1(2),G2(2),G3,DELX(10),X(10),X3(10),DELTA,DELTA1,
*DELTA2,X1(2),FF,F,DELX1(10)
COMMON G,G1,G2,G3,DELX,X3,DELTA1,DELTA2
DO 5 I=1,N
5 DELX1(I)=-X1(I)*G(I)+X1(2)*DELX(I)
DO 12 I=1,N
12 X3(I)=X(I)+DELX1(I)
CALL VLEX(X3,F)
FF=F
RETURN
END
```

V G LEVEL 21

VLEX

DATE = 79008

21/57/03

PAGE 0001

```
SUBROUTINE VLEX(X,F)
REAL*8 X(10),F
F=100.*(X(2)-X(1)**2)**2+(1.-X(1))**2+90.*(X(4)-X(3)**2)**2+
*(1.-X(3))**2+10.1*((X(2)-1.)**2+(X(4)-1.)**2)+19.8*((X(2)-1.)*
*(X(4)-1.))
RETURN
END
```

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior  
Coordenação Setorial de Pós-Graduação  
Rua Aprigio Veloso, 882 - Tel (083) 321-7222-R 355  
58.100 - Campina Grande - Paraíba

### APÊNDICE 3

#### INSTRUÇÃO AO USUÁRIO PARA APLICAÇÃO DOS PROGRAMAS APRESENTADOS NO APÊNDICE 2

Aqui serão apresentados os dados necessá-  
rios ao uso dos programas.

#### 3.1 - ALGORITMO GERAL DE HUANG E ALGORITMOS SIMPLIFI- CADOS DE HUANG

O programa do algoritmo geral de Huang, bem como os simplificados, dados no Apêndice 2, consistem do programa principal, 7 e 6 subrotinas respectivamente. Para todas variáveis reais do programa foi definida preci-  
são dupla. Como o algoritmo geral de Huang e os simplifica-  
dos diferem apenas no cálculo da matriz  $H(N,N)$ , os dados para o uso dos mesmos serão fornecidos em conjunto.

#### 3.1.1 - SUBROUTINAS REQUERIDAS

Foram requeridas as seguintes subrou-  
tinas:

- SUBROUTINA LER (N,ROU,C<sub>1</sub>,C<sub>2</sub>,K<sub>1</sub>,K<sub>2</sub>,X)

Esta subrotina ler os valores das constantes ROU, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> que aparecem na fórmula recursiva para o cálculo da matriz H(N,N), através da equação (5.7). N indica o nº de variáveis da função. Para os algoritmos simplificados de Huang, suas fórmulas recursivas para o cálculo da matriz H(N,N) não aparecem as constantes ROU, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, K<sub>1</sub> e K<sub>2</sub>, de forma que os únicos parâmetros definidos serão N, X. X, vetor de coordenadas, indica o ponto inicial de pesquisa.

- SUBROUTINA DEPAR (N,X,DELTA)

Esta subrotina calcula numericamente, usando a fórmula de diferenças centrais, (2.2), o gradiente da função.

- SUBROUTINA MINIM (XCHAV,R,N,P,X,XMIN1, DELX,IFLAG)

Esta subrotina faz a pesquisa linear ao longo do vetor de pesquisa dado pela equação (5.6). A pesquisa está dividida em 2 etapas:

- Pesquisa acelerada com intervalo aberto
- Pesquisa Golden-Ratio para intervalo fechado



Na primeira etapa determina-se o intervalo dentro do qual se encontra o mínimo da função, ao longo daquele vetor de pesquisa. Na segunda etapa, com a pesquisa Golden-Ratio, determina-se o mínimo da função conforme técnica descrita no Capítulo 4, parágrafo 4.2.

- SUBROUTINA HAGAR (N,ROU,C<sub>1</sub>,C<sub>2</sub>,K<sub>1</sub>,K<sub>2</sub>,H,HT,DELX,DELD,HN)

Esta subrotina calcula a matriz  $H(N,N)$ , expressa pela equação (5.7). Esta subrotina não consta no programa dos algoritmos simplificados de Huang. Para cada algoritmo em particular, a matriz  $H(N,N)$  é calculada no programa principal.

- SUBROUTINA VLFX (X,F)

Esta subrotina calcula o valor da função.

- SUBROUTINA VLFX1 (N,XCHAV,X,P,FF)

Esta subrotina calcula o próximo ponto de pesquisa, segundo a equação (5.4), bem como o valor da função.

- SUBROUTINA TRANS (N,HN,HT)

Esta subrotina calcula a transposta da matriz  $HN(N,N)$ , usada no cálculo do vetor de pesquisa  $P_i$ .

### 3.1.2 - DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS E PARÂMETROS DO PROGRAMA PRINCIPAL E SUBROUTINAS

- N - Número de variáveis independentes da função objetiva
- ROU - Constante da equação (5.7).
- $C_1$  e  $C_2$  - Constante da equação (5-7), que podem assumir qualquer valor, com a restrição de ambos nulos ao mesmo tempo.
- $K_1$  e  $K_2$  - Constantes da equação (5.7), que podem assumir quaisquer valores, com a restrição de ambos nulos ao mesmo tempo.
- X(N,1) - Vetor de coordenadas da função objetiva.
- H(N,N) - Matriz quadrada, inicialmente escolhida como "positive definide" ou "negative definide", simétrica ou não.
- HT(N,N) - Matriz transposta da matriz H(N,N).
- HI(N,N) - Matriz auxiliar para armazenar valor inicial da matriz H(N,N).
- HN(N,N) - Nova matriz H(N,N) calculada através da equação (5.7).
- XCHAV - Valor constante, que inicialmente pode ser 1 ou -1, se a matriz H(N,N) for "positive definide" ou "negative definide", respectivamente.

- R - Valor constante, usado na pesquisa linear, que representa a razão entre os números de Fibonacci,  $F_{n-1}/F_n$  quando  $N \rightarrow \infty$ , e que é aproximadamente igual a 0.618034.
- P(N,1) - Vetor pesquisa, calculado através da equação (5.6).
- DELT - Variável cuja finalidade é controlar o incremento dado no cálculo da nova coordenada X(N,1).
- XMINI(N,1) - Valor ótimo encontrado para a coordenada, no final da pesquisa linear.
- DELX(N,1) - Valor que representa a diferença entre as coordenadas da iteração atual e da imediatamente anterior.
- F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F, FF - Valor da função
- D1(N,1) e  
D2(N,1) - Variáveis do COMMON que representam os gradientes da função no ponto anterior e no ponto atual, respectivamente.
- ALFA - Variável usada em pesquisa linear, que determina os valores ótimos das novas coordenadas.
- XCHAV1 - Variável auxiliar para guardar valor inicial de XCHAV.
- LCONT - Contador para o número de iterações do programa.

- ITER - Contador para indicar quando o número de iterações é igual ao número de variáveis da função.
- E - Parâmetro cujo valor serve como condição de parada do programa.
- DELTA - Parâmetro usado no cálculo das derivadas parciais (gradiente), através da equação 1.1.

### 3.2 - ALGORITMO "MEMORY GRADIENT" DE MIELE-CANTRELL

O programa desse algoritmo consiste de um programa principal e 5 subrotinas.

#### 3.2.1 - SUBROUTINAS REQUERIDAS

Foram requeridas as seguintes subrotinas:

- SUBROUTINA DEPAR (N, X, DELTA)

Esta subrotina calcula numericamente, usando a fórmula de diferenças centrais (2.2), as derivadas parciais da função em relação ao vetor de coordenadas X.

- SUBROUTINA DERIP (N,X,X1)

Esta subrotina calcula as derivadas parciais em relação a a e b, bem como as derivadas parciais de

segunda ordem, através das (2.2), (2.3) e (2.4) respectivamente.

- SUBROUTINA MINIM (N,R,X,X1,DELT)

Esta subrotina faz a pesquisa linear ao longo do vetor pesquisa, nêsse caso o gradiente da função, idêntica a dos algoritmos geral e simplificados de Huang.

- SUBROUTINA VLFX (X,F)

Esta subrotina calcula o valor da função em ponto qualquer.

- SUBROUTINA VLFX1 (N,X,X1,FF)

Esta subrotina calcula o próximo ponto de pesquisa, segundo a equação (7.1).

### 3.2.2 - DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS E PARÂMETROS DO PROGRAMA PRINCIPAL E SUBROUTINAS

- N - Número de variáveis independentes da função objetiva.
- X(N) - Vetor de coordenadas da função objetiva.
- G(N) - Variável do COMMON e que representa as derivadas parciais em relação ao vetor de coordenadas X(N).

- G1(2) - Variável do COMMON e que representa as derivadas parciais de 1<sup>a</sup> ordem em relação a a e b.
- G2(2) - Variável do COMMON e que representa as derivadas parciais de segunda ordem em relação a a e b.
- G3 - Variável do COMMON e que representa as derivadas parciais de segunda ordem em relação a ab.
- DELX(N) - Variável que representa a diferença entre os valores das coordenadas no ponto atual e do imediatamente anterior.
- X1(2) - Variável que representa os valores assumidos para a e b, sendo X1(1) a variável a e X1(2) a variável b.
- XMI - Variável das equações (7.8) e (7.9).
- DALFA - Variável que representa o incremento dado a a, ou X1(1).
- DBETA - Variável que representa o incremento dado a b ou X1(2).
- DELT - Variável que representa o controle do incremento dado ao vetor de coordenada X(N), na pesquisa linear.
- R - Valor constante, usado na pesquisa linear e que representa a razão entre os números de Fibonacci,  $F_{n-1}/F_n$  quando n, e que é aproximadamente igual a 0.618034.

- DELTA - Parâmetro usado no cálculo das derivadas parciais de primeira ordem com relação.
- DELTA1 - Parâmetro usado nos cálculos das derivadas parciais de 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> ordem com relação a a.
- DELTA2 - Parâmetro usado nos cálculos das derivadas parciais de 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> ordem, com relação a b.
- F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub> - Variáveis que representam o valor da função em ponto qualquer.

### 3.3 - REQUERIMENTOS DO DIMENSION E COMMON NO ALGORITMO GERAL E SIMPLIFICADOS DE HUANG

A declaração DIMENSION E COMMON no programa principal e subrotinas podem ser modificados para comportar pelo menos, o tamanho mínimo requerido a um programa em particular. No programa aqui apresentado, tanto o DIMENSION como o COMMON alocam área na memória até no máximo de 10 posições pois as funções de teste aqui apresentadas têm no máximo 10 variáveis independentes.

#### 3.3.1 - ENTRADA DE DADOS

Os cartões de dados devem ser fornecidos na seguinte sequência, para o algoritmo geral e simplificados de Huang. Para os simplificados, suprime-se apenas o passo f.

- a) Leitura do cartão cujo valor depende da matriz ser positiva ou negativa de finite, segundo o formato:  
Colunas: 1 a 3
- b) Leitura do cartão que contém o nº de variáveis da função objetiva.  
Colunas: 1 a 2
- c) Leitura do cartão que contém o valor para a condição de parada do programa.  
Colunas: 1 a 15
- d) Leitura do cartão que contém o valor com o qual as derivadas são calculada das numericamente.  
Colunas: 1 a 8
- e) Leitura dos cartões que contém os valores iniciais da matriz  $H_0$ . A matriz  $H_0$  é lida por linha, sendo necessária modificar o FORMATO de leitura, para funções que tem número de variáveis independentes diferentes.
- f) Leitura do cartão que contém os valores das constantes que aparecem na fór mula recursiva (5.7), para o cálculo da matriz  $H_{i+1}$ , bem como o valor inicial de X. São existente no programa do Algoritmo geral de Huang.  
Colunas: 1 a 15



g) Leitura dos cartões que contêm o valor inicial das coordenadas da função objetiva. São existente nos algoritmos simplificados de Huang.

Colunas: 1 a 8

### 3.3.2 - CARTÕES DE CONTROLE

Como o programa foi compilado e executado no Computador IBM 370/145, na linguagem FORTRAN IV/G, os cartões de controle são os seguintes:

1º CARTÃO:

```
//NOME JOB MSGLEVEL=1
```

Onde NOME é o nome do JOB e pode conter no máximo 8 caracteres.

2º CARTÃO:

```
//EXEC FORTGCLD
```

3º CARTÃO:

```
//FORT.SYSIN DD *
```

Após esses três cartões de controle, vem o programa principal, juntamente com as subrotinas. Terminando o programa principal e subrotinas vem o cartão:

4º CARTÃO:

//\*

5º CARTÃO:

//GO SYSIN DD \*

Após esses cartões, vêm os dados do programa, segundo a sequência dada no parágrafo anterior. Terminando os cartões de dados, coloca-se o cartão:

6º CARTÃO:

/\*

### 3.3.3 - SAÍDA DOS RESULTADOS

Como resultados são impressos apenas, o número de iterações, o valor da função e os valores das coordenadas, em ordem assim descrita.

### 3.4 - SUMÁRIO DOS REQUERIMOS PARA O USUÁRIO

- Ajustar o tamanho dos arrays nas declarações COMMON e DIMENSION, caso o número de variáveis independentes excedam ao especificado no programa principal e subrotina.

- Especificar as unidades de entrada e saída no programa principal e subrotinas.
- Ajustar as declarações FORMAT, nas declarações de entrada e saídas, de acordo com o problema em questão.
- Escolher valores para os parâmetros de convergência.
- Modificar a Subrotina DEPAR, que calcular as derivadas numericamente, caso se deseje mais precisão nos resultados, para calcular as derivadas analiticamente. Tentativas de melhores resultados poderiam ser feitas, variando DELTA, incremento que é dado a cada coordenada.

### 3.5 - REQUERIMENTO DO DIMENSION E COMMON NO ALGORITMO "MEMORY GRADIENT" DE MIELE-CANTRELL

A declaração DIMENSION e COMMON no programa principal e subrotinas podem ser modificados para comportar pelo menos, o tamanho mínimo requerido a um problema em particular. No programa aqui apresentado, tanto o DIMENSION e COMMON alocam área na memória até no máximo de 10 posições, pois as funções teste aqui apresentados têm no máximo 10 variáveis independentes.

### 3.5.1 - ENTRADA DE DADOS

Os cartões de dados devem ser lidos na seguinte ordem:

a) Leitura do cartão contendo o número de variáveis independentes da função, e variável para cálculo das parciais numéricas, segundo o formato.

Colunas: 1 a 2 e 3 a 18, respectivamente.

b) Leitura dos cartões contendo o ponto inicial de pesquisa.

### 3.5.2 - CARTÃO DE CONTROLE

Os cartões de controle são idênticos ao do programa do algoritmo geral de Huang.

### 3.5.3 - SAÍDA DOS RESULTADOS

Como resultados são impressos apenas, o número de iterações, o valor da função e os valores das coordenadas, em ordem assim descrita.

## 3.6 - SUMÁRIO DOS REQUERIMENTOS PARA O USUÁRIO

- Ajustar o tamanho dos arrays nas declaa

rações `COMMOM` e `DIMENSION`, caso o número de variáveis independentes excedam ao especificado no programa principal e subrotina.

- Especificar as unidades de entrada e saída no programa principal e subrotina.
- Ajustar as declarações `FORMAT`, nas declarações de entrada e saídas, de acordo com o problema em questão.
- Escolher valores para os parâmetros de convergência.
- Modificar a Subrotina `DEPAR`, que calcula as derivadas numericamente, caso se deseje mais precisão nos resultados, para calcular as derivadas analiticamente. Tentativas de melhores resultados poderiam ser feitas, variando-se `DELTA`, incremento que é dado a cada coordenada.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior  
Coordenação Setorial de Pós-Graduação  
Rua Aprígio Veloso, 882 Tel. (83) 321 7222-R 355  
58.100 - Campina Grande - Paraíba

A P E N D I C E      4

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE

1

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. 1. 0. 0. 1.

ACAO

F

COORDENADAS

0.1190 04	-0.130 02	0.130 02	0.240 02	0.360 02	0.450 02	0.560 02	0.670 02	0.760 02	0.870 02	0.710 02
0.2960 03	-0.870 01	0.220 02	0.230 02	0.350 02	0.410 02	0.520 02	0.640 02	0.700 02	0.940 02	0.820 02
0.3800 02	-0.320 01	0.200 02	0.170 02	0.370 02	0.420 02	0.540 02	0.680 02	0.650 02	0.920 02	0.870 02
0.3290 02	-0.890 00	0.180 02	0.170 02	0.410 02	0.400 02	0.520 02	0.710 02	0.650 02	0.900 02	0.890 02
0.6710-02	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02
0.1220-06	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02
0.9030-12	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE

1

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. 1. 0. 1. 0.

CAO

F

COORDENADAS

0.1190 04	-0.180 02	0.130 02	0.240 02	0.360 02	0.450 02	0.560 02	0.670 02	0.760 02	0.870 02	0.710 02
0.2960 03	-0.870 01	0.220 02	0.230 02	0.350 02	0.410 02	0.520 02	0.640 02	0.700 02	0.940 02	0.820 02
0.3800 02	-0.320 01	0.200 02	0.170 02	0.370 02	0.420 02	0.540 02	0.680 02	0.650 02	0.920 02	0.870 02
0.3290 02	-0.890 00	0.180 02	0.170 02	0.410 02	0.400 02	0.520 02	0.710 02	0.650 02	0.900 02	0.890 02
0.7560-02	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02
0.1570-08	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02



ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE

1

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. 0. 1. 0. 1.

ACAO

F

COORDENADAS

0.119D 04	-0.18D 02	0.13D 02	0.24D 02	0.36D 02	0.45D 02	0.56D 02	0.67D 02	0.76D 02	0.87D 02	0.71D 02
0.296D 03	-0.87D 01	0.22D 02	0.23D 02	0.35D 02	0.41D 02	0.52D 02	0.64D 02	0.70D 02	0.94D 02	0.82D 02
0.283D 02	-0.32D 01	0.20D 02	0.17D 02	0.37D 02	0.42D 02	0.54D 02	0.68D 02	0.65D 02	0.92D 02	0.87D 02
0.329D 02	-0.89D 00	0.18D 02	0.17D 02	0.41D 02	0.40D 02	0.52D 02	0.71D 02	0.65D 02	0.90D 02	0.89D 02
0.672D-02	0.70D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.97D 02
0.950D-07	0.70D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.97D 02
0.127D-11	0.70D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.97D 02

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 1

CONSTANTES DA FORMULA RECURSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. 1. -1. 1. -1.

ACAO	F	COORDENADAS																			
0.1190	04	-0.130	02	0.130	02	0.240	02	0.360	02	0.450	02	0.560	02	0.670	02	0.760	02	0.870	02	0.710	02
0.2960	03	-0.870	01	0.220	02	0.230	02	0.350	02	0.410	02	0.520	02	0.640	02	0.700	02	0.940	02	0.820	02
0.3800	02	-0.320	01	0.200	02	0.170	02	0.370	02	0.420	02	0.540	02	0.680	02	0.650	02	0.920	02	0.970	02
0.3290	02	-0.880	00	0.180	02	0.170	02	0.410	02	0.400	02	0.520	02	0.710	02	0.650	02	0.900	02	0.890	02
0.6190	-02	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
0.1410	-07	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
0.2140	-13	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE

1

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 0. 0. 0. 0. 1.

CAO	F	COORDENADAS																			
	0.1190-04	-0.180	02	0.130	02	0.240	02	0.360	02	0.450	02	0.560	02	0.670	02	0.760	02	0.870	02	0.710	02
	0.2960-03	-0.870	01	0.220	02	0.230	02	0.350	02	0.410	02	0.520	02	0.640	02	0.700	02	0.940	02	0.820	02
	0.8800-02	-0.320	01	0.200	02	0.170	02	0.370	02	0.420	02	0.540	02	0.680	02	0.650	02	0.920	02	0.870	02
	0.3290-02	-0.900	00	0.180	02	0.170	02	0.410	02	0.400	02	0.520	02	0.710	02	0.650	02	0.900	02	0.890	02
	0.9810-03	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
.	0.1870-03	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
.	0.5690-04	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
.	0.2010-04	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
.	0.7660-05	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
.	0.3350-05	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
	0.1820-05	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
	0.8390-06	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
	0.7330-06	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
	0.9490-11	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 1

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 0. 0. 0. 1. 0.

MACAC	F	COORDENADAS														
1	0.1190-04	-0.130 02	0.130 02	0.240 02	0.360 02	0.450 02	0.560 02	0.670 02	0.760 02	0.870 02	0.710 02					
2	0.2960-03	-0.870 01	0.220 02	0.230 02	0.350 02	0.410 02	0.520 02	0.640 02	0.700 02	0.940 02	0.820 02					
3	0.8800-02	-0.320 01	0.200 02	0.170 02	0.370 02	0.420 02	0.540 02	0.680 02	0.650 02	0.920 02	0.870 02					
4	0.3290-02	-0.900 00	0.180 02	0.170 02	0.410 02	0.400 02	0.520 02	0.710 02	0.650 02	0.900 02	0.890 02					
5	0.9810-03	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02					
6	0.1870-03	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02					
7	0.5690-04	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02					
8	0.2010-04	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02					
9	0.7690-05	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02					
0	0.3360-05	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02					
1	0.1820-05	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02					
2	0.8300-06	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02					
3	0.7330-06	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02					
4	0.8150-11	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02					

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
 Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior  
 Coordenação Setorial de Pós-Graduação  
 Rua Aprigio Veloso, 882 - Tel (083) 321 7222-R 355  
 58.100 - Campina Grande - Paraíba

## ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 1

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 0. 0. 0. 1. -1.

ACAO	F	COORDENADAS																			
	0.1190-04	-0.180	02	0.130	02	0.240	02	0.360	02	0.450	02	0.560	02	0.670	02	0.760	02	0.870	02	0.710	02
	0.2960-03	-0.870	01	0.220	02	0.230	02	0.350	02	0.410	02	0.520	02	0.640	02	0.700	02	0.940	02	0.820	02
	0.3800-02	-0.320	01	0.200	02	0.170	02	0.370	02	0.420	02	0.540	02	0.680	02	0.650	02	0.920	02	0.870	02
	0.3290-02	-0.900	00	0.180	02	0.170	02	0.410	02	0.400	02	0.520	02	0.710	02	0.650	02	0.900	02	0.890	02
	0.9810-03	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
	0.1370-03	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
	0.5690-04	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
	0.2010-04	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
	0.7700-05	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
	0.3370-05	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
	0.1820-05	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
	0.8390-06	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
	0.7330-06	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
	0.6680-11	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 1

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : -1. 1. 0. 0. 1.

ACAO	F	COORDENADAS															
	0.1190 04	-0.180 02	0.130 02	0.240 02	0.360 02	0.450 02	0.560 02	0.670 02	0.760 02	0.870 02	0.710 02						
	0.2960 03	-0.870 01	0.220 02	0.230 02	0.350 02	0.410 02	0.520 02	0.640 02	0.700 02	0.940 02	0.820 02						
	0.8800 02	-0.320 01	0.200 02	0.170 02	0.370 02	0.420 02	0.540 02	0.680 02	0.650 02	0.920 02	0.870 02						
	0.3290 02	-0.900 00	0.180 02	0.170 02	0.410 02	0.400 02	0.520 02	0.710 02	0.650 02	0.900 02	0.890 02						
	0.7980-01	0.690 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02						
..																	
	0.2330-07	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02						

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE

1

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : -1. 1. 0. 1. 0.

ACAO

F

COORDENADAS

0.1190 04	-0.180 02	0.130 02	0.240 02	0.360 02	0.450 02	0.560 02	0.670 02	0.760 02	0.870 02	0.710 02
0.2960 03	-0.870 01	0.220 02	0.230 02	0.350 02	0.410 02	0.520 02	0.640 02	0.700 02	0.940 02	0.820 02
0.8800 02	-0.320 01	0.200 02	0.170 02	0.370 02	0.420 02	0.540 02	0.680 02	0.650 02	0.920 02	0.870 02
0.3290 02	-0.900 00	0.180 02	0.170 02	0.410 02	0.400 02	0.520 02	0.710 02	0.650 02	0.900 02	0.890 02
0.7120-01	0.690 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02
..										
0.2970-07	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02
..										
0.3140-11	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02

ALGRITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE

1

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : -1. 0. 1. 0. 1.

CAAC

F

COORDENADAS

0.1190 04	-0.180 02	0.130 02	0.240 02	0.360 02	0.450 02	0.560 02	0.670 02	0.760 02	0.870 02	0.710 02
0.2960 03	-0.870 01	0.220 02	0.230 02	0.350 02	0.410 02	0.520 02	0.640 02	0.700 02	0.940 02	0.820 02
0.8800 02	-0.320 01	0.200 02	0.170 02	0.370 02	0.420 02	0.540 02	0.680 02	0.650 02	0.920 02	0.870 02
0.3290 02	-0.900 00	0.180 02	0.170 02	0.410 02	0.400 02	0.520 02	0.710 02	0.650 02	0.900 02	0.890 02
0.7970-01	0.690 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02
..										
0.1200-07	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02
..										
0.3060-11	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02



## ALGORITMO GERAL DE HUANG

## FUNCAO TESTE

I

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H: -1. 1. -1. 1. -1.

TRACAC	F	CCORDENADAS
1	0.1190 04	-0.180 02 0.130 02 0.240 02 0.360 02 0.450 02 0.560 02 0.670 02 0.760 02 0.870 02 0.970 02
2	0.2960 03	-0.670 01 0.220 02 0.230 02 0.350 02 0.410 02 0.520 02 0.640 02 0.700 02 0.940 02 0.820 02
3	0.8800 02	-0.320 01 0.200 02 0.170 02 0.370 02 0.420 02 0.540 02 0.680 02 0.650 02 0.920 02 0.870 02
4	0.3290 02	-0.900 00 0.180 02 0.170 02 0.410 02 0.400 02 0.520 02 0.710 02 0.650 02 0.900 02 0.890 02
5	0.8500-01	0.680 01 0.110 02 0.230 02 0.370 02 0.410 02 0.530 02 0.670 02 0.710 02 0.830 02 0.970 02
6	0.2190-05	0.700 01 0.110 02 0.230 02 0.370 02 0.410 02 0.530 02 0.670 02 0.710 02 0.830 02 0.970 02
7	0.7740-11	0.700 01 0.110 02 0.230 02 0.370 02 0.410 02 0.530 02 0.670 02 0.710 02 0.830 02 0.970 02

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 1

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. 1. 1. 1. 1.

ERACAC	F	COORDENADAS														
1	0.119D 04	-0.18D 02	0.13D 02	0.24D 02	0.36D 02	0.45D 02	0.56D 02	0.67D 02	0.76D 02	0.87D 02	0.71D 02	0.87D 02	0.71D 02	0.87D 02	0.71D 02	0.87D 02
2	0.296D 03	-0.87D 01	0.22D 02	0.23D 02	0.35D 02	0.41D 02	0.52D 02	0.64D 02	0.70D 02	0.94D 02	0.82D 02	0.94D 02	0.82D 02	0.94D 02	0.82D 02	0.94D 02
3	0.880D 02	-0.32D 01	0.20D 02	0.17D 02	0.37D 02	0.42D 02	0.54D 02	0.68D 02	0.65D 02	0.92D 02	0.87D 02	0.92D 02	0.87D 02	0.92D 02	0.87D 02	0.92D 02
4	0.329D 02	-0.89D 00	0.18D 02	0.17D 02	0.41D 02	0.40D 02	0.52D 02	0.71D 02	0.65D 02	0.90D 02	0.89D 02	0.90D 02	0.89D 02	0.90D 02	0.89D 02	0.90D 02
5	0.691D-02	0.70D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.83D 02
6	0.403D-09	0.70D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.83D 02

ALGRITMC GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 1

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : -1. 1. 1. 1. 1. 1.

EPACAC	F	COORDENADAS
1	0.119D 04	-0.18D 02 0.13D 02 0.24D 02 0.36D 02 0.45D 02 0.56D 02 0.67D 02 0.76D 02 0.87D 02 0.71D 02
2	0.296D 03	-0.87D 01 0.22D 02 0.23D 02 0.35D 02 0.41D 02 0.52D 02 0.64D 02 0.70D 02 0.94D 02 0.82D 02
3	0.84CD 02	-0.32D 01 0.20D 02 0.17D 02 0.37D 02 0.42D 02 0.54D 02 0.68D 02 0.65D 02 0.92D 02 0.87D 02
4	0.329D 02	-0.90D 00 0.18D 02 0.17D 02 0.41D 02 0.40D 02 0.52D 02 0.71D 02 0.65D 02 0.90D 02 0.89D 02
5	0.774D-01	0.69D 01 0.11D 02 0.23D 02 0.37D 02 0.41D 02 0.53D 02 0.67D 02 0.71D 02 0.83D 02 0.97D 02
6	0.224D-06	0.70D 01 0.11D 02 0.23D 02 0.37D 02 0.41D 02 0.53D 02 0.67D 02 0.71D 02 0.83D 02 0.97D 02
7	0.331D-12	0.70D 01 0.11D 02 0.23D 02 0.37D 02 0.41D 02 0.53D 02 0.67D 02 0.71D 02 0.83D 02 0.97D 02

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
 Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior  
 Coordenação Setorial de Pós-Graduação  
 Rua Aprigio Veloso, 882 - Tel (083) 321 7222-R 355  
 58.100 - Campina Grande - Paraíba

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 1

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. -1. 1. -1. 1.

INDICACAO	F	COORDENADAS													
1	0.1190 04	-0.180 02	0.130 02	0.240 02	0.360 02	0.450 02	0.560 02	0.670 02	0.760 02	0.870 02	0.710 02	0.820 02	0.940 02	0.870 02	0.710 02
2	0.2960 03	-0.870 01	0.220 02	0.230 02	0.350 02	0.410 02	0.520 02	0.640 02	0.700 02	0.940 02	0.820 02	0.940 02	0.820 02	0.940 02	0.820 02
3	0.8300 02	-0.320 01	0.200 02	0.170 02	0.370 02	0.420 02	0.540 02	0.680 02	0.650 02	0.920 02	0.870 02	0.920 02	0.870 02	0.920 02	0.870 02
4	0.3290 02	-0.880 00	0.180 02	0.170 02	0.410 02	0.400 02	0.520 02	0.710 02	0.650 02	0.900 02	0.890 02	0.900 02	0.890 02	0.900 02	0.890 02
5	0.6190-02	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.830 02	0.970 02	0.830 02	0.970 02
6	0.1410-07	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.830 02	0.970 02	0.830 02	0.970 02
7	0.2140-13	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.830 02	0.970 02	0.830 02	0.970 02

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 1

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 2. -1. 3. -2. -1.

CAO	F	COORDENADAS																			
0.119D	04	-0.180	02	0.130	02	0.240	02	0.360	02	0.450	02	0.560	02	0.670	02	0.760	02	0.870	02	0.710	02
0.296D	03	-0.870	01	0.220	02	0.230	02	0.350	02	0.410	02	0.520	02	0.640	02	0.700	02	0.940	02	0.820	02
0.880D	02	-0.320	01	0.200	02	0.170	02	0.370	02	0.420	02	0.540	02	0.680	02	0.650	02	0.920	02	0.870	02
0.329D	02	-0.880	00	0.180	02	0.170	02	0.410	02	0.400	02	0.520	02	0.710	02	0.650	02	0.900	02	0.890	02
0.659D	-02	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
0.105D	-06	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02
0.520D	-12	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 2

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 2. -1. 3. -2. -1.

ITERACAO	F	COORDENADAS			
1	0.520D 03	-0.10D 01	0.24D 01	0.15D 01	
5	0.110D 02	-0.49D 00	0.95D 00	0.33D 01	
10	0.424D 01	0.27D 00	0.96D 00	0.21D 01	
15	0.582D 00	0.94D 00	0.43D 00	0.67D 00	
20	0.144D-02	0.10D 01	0.18D-01	0.31D-01	
25	0.110D-07	0.10D 01	0.66D-04	0.10D-03	
27	0.221D-13	0.10D 01	-0.67D-07	-0.11D-06	

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 2

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. 1. -1. 1. -1.

ITERACAO	F	COORDENADAS			
1	0.520D 03	-0.10D 01	0.24D 01	0.15D 01	
5	0.110D 02	-0.49D 00	0.95D 00	0.32D 01	
10	0.417D 01	0.28D 00	0.96D 00	0.20D 01	
15	0.569D 00	0.95D 00	0.42D 00	0.66D 00	
20	0.111D-02	0.10D 01	0.16D-01	0.26D-01	
25	0.467D-08	0.10D 01	0.43D-04	0.68D-04	

ALGRITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 2

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : -1. 1. 1. 1. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS			
1	0.5200 03	-0.100 01	0.240 01	0.150 01	
5	0.1090 02	-0.480 00	0.950 00	0.320 01	
10	0.4130 01	0.290 00	0.950 00	0.200 01	
15	0.5650 00	0.950 00	0.420 00	0.660 00	
20	0.1350-02	0.100 01	0.180-01	0.300-01	
25	0.8490-08	0.100 01	0.580-04	0.920-04	
27	0.3300-13	0.100 01	-0.520-07	-0.900-07	



ALGORITMO GENERAL DE MURRAY

CONSTRUCCION DE UN ALGORITMO PARA EL CALCULO DE LA RAIZ DE UN POLINOMIO

COORDENADAS

1	0.5200 03	0.100 01	0.220 01	0.100 01
5	0.1100 02	0.480 00	0.950 00	0.320 01
10	0.450 01	0.880 00	0.860 00	0.200 01
15	0.5650 00	0.950 00	0.420 00	0.660 00
20	0.1131 02	0.100 01	0.160 01	0.270 01
25	0.4780 08	0.100 01	0.440 04	0.690 04

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNÇÃO

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H

ITERACAO	F	COORDENADAS			
1	0.520D 03	-0.10D 01	0.24D 01	0.15D 01	
..					
2	0.10D 01	-0.40D 00	0.30D 01	0.12D 01	
..					
10	0.413D 01	0.29D 00	0.95D 00	0.20D 01	
..					
15	0.571D 00	0.95D 00	0.42D 00	0.66D 00	
..					
20	0.130D-02	0.10D 01	0.18D-01	0.29D-01	
..					
25	0.839D-08	0.10D 01	0.58D-04	0.91D-04	
27	0.50D-13	0.10D 01	0.18D-06	0.28D-06	

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 2

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : -1. 1. 0. 1. 0.

ITERACAO	F	COORDENADAS			
1	0.5200 03	-0.100 01	0.240 01	0.150 01	
5	0.1090 02	-0.480 00	0.950 00	0.320 01	
10	0.4130 01	0.290 00	0.950 00	0.200 01	
15	0.5610 00	0.950 00	0.410 00	0.650 00	
20	0.9770-03	0.100 01	0.160-01	0.260-01	
25	0.4360-08	0.100 01	0.420-04	0.660-04	

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 2

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : -1. 0. 1. 0. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS			
1	0.5200 03	-0.100 01	0.240 01	0.150 01	
3	0.1090 02	-0.480 00	0.950 00	0.320 01	
10	0.4130 01	0.290 00	0.950 00	0.200 01	
15	0.5720 00	0.950 00	0.420 00	0.660 00	
20	0.1340-02	0.100 01	0.180-01	0.300-01	
25	0.9840-08	0.100 01	0.620-04	0.990-04	
27	0.1210-14	0.100 01	0.380-08	0.620-08	

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 2

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : -1. 1. 0. 0. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS			
1	C.5200 03	-0.100 01	0.240 01	0.150 01	
5	..	0.1090 02	-0.480 00	0.950 00	0.320 01
10	..	C.4130 01	0.290 00	0.950 00	0.200 01
15	..	C.5720 00	0.950 00	0.420 00	0.660 00
20	..	C.1350-02	0.100 01	0.180-01	0.300-01
25	..	C.3850-08	0.100 01	0.590-04	0.940-04
27		C.9900-13	0.100 01	0.200-06	0.310-06

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 2

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 0. 0. 0. 1. -1.

ITERACAO	F	COORDENADAS			
1	0.520D 03	-0.10D 01	0.24D 01	0.15D 01	
5	0.940D 01	0.34D 00	0.11D 01	0.22D 01	
10	0.144D 01	0.73D 00	0.68D 00	0.12D 01	
15	0.680D-01	0.10D 01	0.12D 00	0.20D 00	
20	0.652D-03	0.10D 01	0.60D-02	0.11D-01	
25	0.803D-08	0.10D 01	0.56D-05	0.72D-05	
26	0.586D-10	0.10D 01	0.48D-05	0.76D-05	

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA  
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior  
Coordenação Setorial de Pós-Graduação  
Rua Aprígio Veloso, 892 7-1 (183) 321-7222-R 355  
58.100 - Campina Grande - Paraíba

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 2

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 0. 0. 0. 1. 0.

ITERACAO	F	COORDENADAS			
1	0.520D 03	-0.10D 01	0.24D 01	0.15D 01	
5	0.102D 02	-0.42D 00	0.98D 00	0.31D 01	
10	0.569D 01	0.67D-01	0.99D 00	0.24D 01	
15	0.129D 01	0.84D 00	0.63D 00	0.10D 01	
20	0.319D 00	0.98D 00	0.30D 00	0.48D 00	
25	0.364D-01	0.10D 01	0.11D 00	0.17D 00	
30	0.435D-03	0.10D 01	0.13D-01	0.21D-01	
34	0.177D-08	0.10D 01	0.27D-04	0.42D-04	

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 2

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 0. 0. 0. 0. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS			
1	0.520D 03	-0.10D 01	0.24D 01	0.15D 01	
5	0.158D 02	-0.74D 00	0.79D 00	0.35D 01	
10	0.892D 01	-0.30D 00	0.95D 00	0.30D 01	
15	0.289D 01	0.58D 00	0.89D 00	0.16D 01	
..					
20	0.539D 00	0.96D 00	0.38D 00	0.62D 00	
25	0.800D-01	0.99D 00	0.17D 00	0.28D 00	
..					
30	0.100D-02	0.10D 01	0.20D-01	0.32D-01	
35	0.371D-12	0.10D 01	0.38D-06	0.58D-06	



ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 2

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. -1. 1. -1. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS			
1	0.520D 03	-0.10D 01	0.24D 01	0.15D 01	
5	0.110D 02	-0.49D 00	0.95D 00	0.32D 01	
10	0.417D 01	0.28D 00	0.96D 00	0.20D 01	
15	0.569D 00	0.95D 00	0.42D 00	0.66D 00	
20	0.111D-02	0.10D 01	0.16D-01	0.26D-01	
25	0.467D-08	0.10D 01	0.43D-04	0.68D-04	

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 2

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. 1. 0. 1. 0.

ITERACAO	F	COORDENADAS			
1	0.520D 03	-0.10D 01	0.24D 01	0.15D 01	
5	0.110D 02	-0.49D 00	0.95D 00	0.32D 01	
10	0.417D 01	0.28D 00	0.96D 00	0.20D 01	
15	0.569D 00	0.95D 00	0.42D 00	0.66D 00	
20	0.118D-02	0.10D 01	0.17D-01	0.28D-01	
25	0.594D-08	0.10D 01	0.49D-04	0.77D-04	
27	0.146D-15	0.10D 01	-0.27D-08	-0.43D-08	

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 2

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. 0. 1. 0. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS			
1	0.5200 03	-0.100 01	0.240 01	0.150 01	
5	0.1100 02	-0.490 00	0.950 00	0.320 01	
10	0.4170 01	0.280 00	0.960 00	0.200 01	
15	0.5690 00	0.950 00	0.420 00	0.660 00	
20	0.1130-02	0.100 01	0.160-01	0.270-01	
25	0.4890-08	0.100 01	0.440-04	0.700-04	

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 2

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. 1. 0. 0. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS			
1	0.520D 03	-0.10D 01	0.24D 01	0.15D 01	
5	0.110D 02	-0.49D 00	0.95D 00	0.32D 01	
10	0.417D 01	0.28D 00	0.96D 00	0.20D 01	
15	0.569D 00	0.95D 00	0.42D 00	0.66D 00	
20	0.113D-02	0.10D 01	0.16D-01	0.27D-01	
25	0.475D-C8	0.10D 01	0.43D-04	0.69D-04	

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 3

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. 1. 0. 0. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS
1	0.1340 03	0.290 00-0.430 00-0.380-01-0.480 00
5	0.2310 02	0.560 00 0.300 00-0.590 00 0.280 00
10	0.3570 01	0.110 01 0.120 01-0.680 00 0.450 00
15	0.2510 01	0.130 01 0.180 01-0.420 00 0.140 00
20	0.1550 01	0.140 01 0.200 01-0.190 00 0.270-01
25	0.1370 01	0.140 01 0.200 01 0.130 00 0.990-02
30	0.2480 00	0.120 01 0.150 01 0.760 00 0.560 00
35	0.8390-02	0.100 01 0.110 01 0.980 00 0.960 00
40	0.2080-05	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01
44	0.1900-08	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 3

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. 0. 1. 0. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS
1	0.1340 03	0.290 00-0.430 00-0.380-01-0.480 00
5	0.2310 02	0.560 00 0.300 00-0.590 00 0.280 00
10	0.3970 01	0.110 01 0.120 01-0.680 00 0.450 00
15	0.2610 01	0.130 01 0.180 01-0.420 00 0.140 00
20	0.1560 01	0.140 01 0.200 01-0.190 00 0.270-01
25	0.1370 01	0.140 01 0.200 01 0.130 00 0.990-02
30	0.2470 00	0.120 01 0.150 01 0.760 00 0.560 00
35	0.8690-02	0.100 01 0.110 01 0.980 00 0.960 00
40	0.1520-05	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01
44	0.1950-08	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 3

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. 1. 0. 1. 0.

ITERACAO	F	COORDENADAS
1	0.1340 03	0.290 00-0.430 00-0.380-01-0.480 00
5	0.2310 02	0.560 00 0.300 00-0.590 00 0.280 00
10	0.3970 01	0.110 01 0.120 01-0.680 00 0.450 00
15	0.2610 01	0.130 01 0.180 01-0.420 00 0.140 00
20	0.1960 01	0.140 01 0.200 01-0.190 00 0.270-01
25	0.1370 01	0.140 01 0.200 01 0.130 00 0.990-02
30	0.2470 00	0.120 01 0.140 01 0.760 00 0.560 00
35	0.9070-02	0.100 01 0.110 01 0.980 00 0.960 00
40	0.2250-05	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01
44	0.4090-09	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 3

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. -1. 1. -1. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS
1	0.1340 03	0.290 00-0.430 00-0.380-01-0.480 00
5	0.2310 02	0.560 00 0.300 00-0.590 00 0.280 00
10	0.3970 01	0.110 01 0.120 01-0.680 00 0.450 00
15	0.2620 01	0.130 01 0.180 01-0.420 00 0.140 00
20	0.1540 01	0.140 01 0.200 01-0.190 00 0.270-01
25	0.1370 01	0.140 01 0.200 01 0.130 00 0.990-02
30	0.2480 00	0.120 01 0.150 01 0.760 00 0.560 00
35	0.8770-02	0.100 01 0.110 01 0.980 00 0.960 00
40	0.1760-05	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01
44	0.2060-08	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01



ALGORITMO GERAL DE HUANG

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 0. 0. 0. 0. 0. 0. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS
1	0.1340 03	0.290 00-0.430 00-0.380-01-0.480 00
5	0.2310 02	0.560 00 0.300 00-0.590 00 0.280 00
10	0.6470 01	0.990 00 0.540 00-0.760 00 0.520 00
15	0.3370 01	0.120 01 0.140 01-0.740 00 0.570 00
20	0.2210 01	0.130 01 0.170 01-0.560 00 0.280 00
25	0.2340 01	0.140 01 0.180 01-0.270 00 0.350-01
30	0.1780 01	0.140 01 0.200 01-0.690-01-0.190-01
35	0.1320 01	0.140 01 0.190 01 0.200 00 0.830-02
40	0.8650 00	0.140 01 0.180 01 0.400 00 0.140 00
45	0.5520 00	0.130 01 0.170 01 0.580 00 0.310 00
50	0.2550 00	0.120 01 0.150 01 0.730 00 0.520 00
55	0.9520-01	0.110 01 0.130 01 0.870 00 0.740 00
60	0.1470-01	0.100 01 0.110 01 0.950 00 0.900 00
65	0.3130-03	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01
70	0.4140-08	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01
71	0.1540-09	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA  
 Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior  
 Coordenação Setorial de Pós-Graduação  
 Rua Aprigio Veloso, 882 - Tel (083) 321-7222-R 355  
 58.100 - Campina Grande - Paraíba

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 3

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 0. 0. 0. 1. 0.

ITERACAO	F	COORDENADAS
1	0.1340 03	0.290 00-0.430 00-0.380-01-0.480 00
5	0.2310 02	0.560 00 0.300 00-0.590 00 0.290 00
10	0.4360 01	0.110 01 0.130 01-0.790 00 0.540 00
15	0.2880 01	0.130 01 0.160 01-0.590 00 0.330 00
..		
20	0.2480 01	0.130 01 0.180 01-0.360 00 0.100 00
25	0.1950 01	0.140 01 0.200 01-0.130 00-0.130-01
..		
30	0.1490 01	0.140 01 0.190 01 0.850-01-0.170-01
35	0.1060 01	0.140 01 0.190 01 0.330 00 0.720-01
..		
40	0.6600 00	0.130 01 0.170 01 0.520 00 0.240 00
45	0.3580 00	0.130 01 0.160 01 0.700 00 0.470 00
..		
50	0.9370-01	0.110 01 0.130 01 0.870 00 0.740 00
55	0.1680-01	0.110 01 0.110 01 0.960 00 0.910 00
..		
60	0.7520-04	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.990 00
65	0.1360-07	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01
66	0.2020-09	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 3

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 0. 0. 0. 1. -1.

ITERACAO	F	CCORDENADAS
1	0.1340 03	0.290 00-0.430 00-0.380-01-0.480 00
5	0.2310 02	0.560 00 0.300 00-0.590 00 0.280 00
10	0.6380 01	0.100 01 0.100 01-0.720 00 0.450 00
..		
15	0.2990 01	0.130 01 0.160 01-0.560 00 0.290 00
20	0.2360 01	0.140 01 0.190 01-0.350 00 0.940-01
25	0.1900 01	0.140 01 0.190 01-0.890-01-0.130-01
..		
30	0.1410 01	0.140 01 0.200 01 0.120 00-0.110-01
..		
35	0.9220 00	0.140 01 0.180 01 0.350 00 0.110 00
40	0.5110 00	0.130 01 0.160 01 0.650 00 0.390 00
45	0.1770 00	0.120 01 0.140 01 0.790 00 0.600 00
..		
50	0.7470-02	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.990 00
55	0.1870-05	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01
57	0.3100-07	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01

## ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE

3

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : -1. 1. 0. 0. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS
1	0.1340 03	0.290 00-0.430 00-0.380-01-0.480 00
5	0.2300 02	0.560 00 0.300 00-0.590 00 0.290 00
10	0.4610 01	0.100 01 0.110 01-0.750 00 0.540 00
15	0.2900 01	0.130 01 0.170 01-0.520 00 0.240 00
20	0.2160 01	0.140 01 0.200 01-0.220 00 0.130-01
25	0.1370 01	0.140 01 0.200 01 0.160 00-0.170-02
30	0.6510 00	0.130 01 0.170 01 0.530 00 0.250 00
35	0.2300 00	0.120 01 0.140 01 0.730 00 0.530 00
40	0.3350-01	0.110 01 0.110 01 0.930 00 0.860 00
45	0.2100-03	0.100 01 0.100 01 0.990 00 0.990 00
50	0.1110-08	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 3

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : -1. 0. 1. 0. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS
1	0.1340 03	0.290 00-0.430 00-0.380-01-0.480 00
5	0.2300 02	0.560 00 0.300 00-0.590 00 0.290 00
10	0.4610 01	0.100 01 0.110 01-0.750 00 0.540 00
15	0.2900 01	0.130 01 0.170 01-0.520 00 0.240 00
20	0.2160 01	0.140 01 0.200 01-0.220 00 0.130-01
25	0.1370 01	0.140 01 0.200 01 0.160 00-0.170-02
30	0.6610 00	0.130 01 0.170 01 0.530 00 0.240 00
35	0.2290 00	0.120 01 0.140 01 0.740 00 0.530 00
40	0.3170-01	0.110 01 0.110 01 0.930 00 0.860 00
45	0.1740-03	0.100 01 0.100 01 0.990 00 0.990 00
50	0.9860-09	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE

3

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : -1. 1. 0. 1. 0.

ITERACAO	F	COORDENADAS
1	0.1340 03	0.290 00-0.430 00-0.380-01-0.480 00
5	0.2300 02	0.560 00 0.300 00-0.590 00 0.290 00
10	0.4610 01	0.100 01 0.110 01-0.750 00 0.540 00
15	0.2900 01	0.130 01 0.170 01-0.520 00 0.240 00
20	0.2160 01	0.140 01 0.200 01-0.220 00 0.130-01
25	0.1370 01	0.140 01 0.200 01 0.160 00-0.240-02
30	0.6780 00	0.130 01 0.170 01 0.520 00 0.230 00
35	0.2330 00	0.120 01 0.140 01 0.740 00 0.540 00
40	0.3080-01	0.110 01 0.110 01 0.930 00 0.860 00
45	0.1680-03	0.100 01 0.100 01 0.990 00 0.990 00
50	0.9730-09	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 3

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : -1. 1. -1. 1. -1.

ITERACAO	F	COORDENADAS
1	0.134D 03	0.29D 00-0.43D 00-0.38D-01-0.48D 00
5	0.230D 02	0.56D 00 0.30D 00-0.59D 00 0.29D 00
10	0.461D 01	0.10D 01 0.11D 01-0.75D 00 0.54D 00
15	0.290D 01	0.13D 01 0.17D 01-0.52D 00 0.24D 00
20	0.216D 01	0.14D 01 0.20D 01-0.22D 00 0.13D-01
25	0.137D 01	0.14D 01 0.20D 01 0.16D 00-0.19D-02
30	0.667D 00	0.13D 01 0.17D 01 0.52D 00 0.24D 00
35	0.232D 00	0.12D 01 0.14D 01 0.74D 00 0.53D 00
40	0.314D-01	0.11D 01 0.11D 01 0.93D 00 0.86D 00
45	0.189D-C3	0.10D 01 0.10D 01 0.99D 00 0.99D 00
50	0.116D-C8	0.10D 01 0.10D 01 0.10D 01 0.10D 01

OPPh/RIRI/INTE/SN/PRAT

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 3

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. 1. 1. 1. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS
1	0.1340 03	0.290 00-0.430 00-0.380-01-0.480 00
5	0.2310 02	0.560 00 0.300 00-0.590 00 0.280 00
10	0.3670 01	0.110 01 0.120 01-0.680 00 0.450 00
15	0.2610 01	0.130 01 0.180 01-0.420 00 0.140 00
20	0.1960 01	0.140 01 0.200 01-0.190 00 0.270-01
25	0.1370 01	0.140 01 0.200 01 0.130 00 0.990-02
30	0.2480 00	0.120 01 0.150 01 0.760 00 0.560 00
35	0.8650-02	0.100 01 0.110 01 0.980 00 0.960 00
40	0.1660-05	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01
44	0.1850-08	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01



## ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 3

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : -1. 1. 1. 1. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS
1	0.1340 03	0.290 00-0.430 00-0.380-01-0.480 00
5	0.2300 02	0.560 00 0.300 00-0.590 00 0.290 00
10	0.4610 01	0.100 01 0.110 01-0.750 00 0.540 00
15	0.2900 01	0.130 01 0.170 01-0.520 00 0.240 00
20	0.2160 01	0.140 01 0.200 01-0.220 00 0.130-01
25	0.1370 01	0.140 01 0.200 01 0.160 00-0.180-02
30	0.6510 00	0.130 01 0.170 01 0.530 00 0.250 00
35	0.2300 00	0.120 01 0.140 01 0.730 00 0.530 00
40	0.3360-01	0.110 01 0.110 01 0.930 00 0.860 00
45	0.2130-03	0.100 01 0.100 01 0.990 00 0.990 00
50	0.1240-08	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 3

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. 1. -1. 1. -1.

ITERACAO	F	COORDENADAS
1	0.1340 03	0.290 00-0.430 00-0.380-01-0.480 00
5	0.2310 02	0.560 00 0.300 00-0.590 00 0.280 00
10	0.3970 01	0.110 01 0.120 01-0.680 00 0.450 00
15	0.2620 01	0.130 01 0.180 01-0.420 00 0.140 00
20	0.1960 01	0.140 01 0.200 01-0.190 00 0.270-01
25	0.1370 01	0.140 01 0.200 01 0.130 00 0.990-02
30	0.2480 00	0.120 01 0.150 01 0.760 00 0.560 00
35	0.8770-02	0.100 01 0.110 01 0.980 00 0.960 00
40	0.1760-05	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01
44	0.2060-08	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 3

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 2. -1. 3. -2. -1.

ITERACAO	F	COORDENADAS
1	0.1340 03	0.290 00-0.430 00-0.380-01-0.480 00
5	0.2320 02	0.560 00 0.300 00-0.590 00 0.280 00
10	0.3510 01	0.120 01 0.130 01-0.640 00 0.400 00
15	0.2460 01	0.140 01 0.180 01-0.360 00 0.920-01
20	0.1300 01	0.140 01 0.200 01-0.950-01-0.840-03
25	0.1030 01	0.140 01 0.190 01 0.340 00 0.850-01
30	0.3120 00	0.120 01 0.140 01 0.700 00 0.480 00
35	0.4650-01	0.110 01 0.110 01 0.910 00 0.830 00
40	0.4590-03	0.100 01 0.100 01 0.990 00 0.930 00
45	0.4850-08	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 4

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 2. -1. 3. -2. -1.

ITERACAO	F	COORDENADAS									
1	0.2390 08	-0.810 01	-0.670 01	0.110 02	0.140 02	0.970 01					
5	0.2320 08	-0.120 02	-0.600 00	0.100 02	0.220 02	0.490 01					
10	0.9050 05	0.450 01	0.510 01	0.190 02	0.170 02	0.150 02					
15	0.8280 04	0.410 01	0.610 01	0.170 02	0.150 02	0.190 02					
20	0.5120 03	0.400 01	0.610 01	0.170 02	0.150 02	0.200 02					
25	0.8310-01	0.390 01	0.630 01	0.170 02	0.150 02	0.210 02					
30	0.3010-12	0.390 01	0.630 01	0.170 02	0.150 02	0.210 02					

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 4

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. 1. -1. 1. -1.

ITERACAO	F	COORDENADAS									
1	0.2390 08	-0.810	01	-0.670	01	0.110	02	0.140	02	0.970	01
5	0.2380 08	-0.120	02	-0.610	00	0.100	02	0.220	02	0.490	01
10	0.3340 05	0.450	01	0.520	01	0.190	02	0.170	02	0.150	02
15	0.7620 04	0.410	01	0.600	01	0.170	02	0.150	02	0.150	02
20	0.1540 04	0.400	01	0.610	01	0.170	02	0.150	02	0.200	02
25	0.9180 00	0.390	01	0.630	01	0.170	02	0.150	02	0.210	02
30	0.2640-09	0.390	01	0.630	01	0.170	02	0.150	02	0.210	02
35	0.2050-14	0.390	01	0.630	01	0.170	02	0.150	02	0.210	02

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE

4

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : -1. 1. 1. 1. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS									
1	0.2390 C8	-0.810 01	-0.670 01	0.110 02	0.140 02	0.970 01					
5	0.2380 08	-0.120 02	-0.620 00	0.100 02	0.220 02	0.490 01					
10	0.9030 05	0.450 01	0.530 01	0.180 02	0.170 02	0.160 02					
15	0.7420 C4	0.410 01	0.580 01	0.170 02	0.150 02	0.190 02					
20	0.7710 C3	0.400 01	0.610 01	0.170 02	0.150 02	0.200 02					
25	0.1290 C0	0.390 01	0.630 01	0.170 02	0.150 02	0.210 02					
30	0.7010-12	0.390 01	0.630 01	0.170 02	0.150 02	0.210 02					

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 4

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. 1. 1. 1. 1. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS					
1	0.2350 08	-0.810	01-0.670	01 0.110	02 0.140	02 0.970	01
5	0.2380 08	-0.120	02-0.610	00 0.100	02 0.220	02 0.490	01
10	0.2840 05	0.450	01 0.520	01 0.190	02 0.170	02 0.150	02
15	0.7640 04	0.410	01 0.600	01 0.170	02 0.150	02 0.190	02
20	0.1540 04	0.400	01 0.610	01 0.170	02 0.150	02 0.200	02
25	0.9210 00	0.390	01 0.630	01 0.170	02 0.150	02 0.210	02
30	0.2370-09	0.390	01 0.630	01 0.170	02 0.150	02 0.210	02
35	0.2670-14	0.390	01 0.630	01 0.170	02 0.150	02 0.210	02

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 4

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : -1. 1. -1. 1. -1.

ITERACAO	F	CCORDENADAS
1	0.2390 08	-0.810 01-0.670 01 0.110 02 0.140 02 0.970 01
5	0.2380 08	-0.120 02-0.620 00 0.100 02 0.220 02 0.490 01
10	0.9030 05	0.450 01 0.530 01 0.180 02 0.170 02 0.160 02
15	0.7420 04	0.410 01 0.580 01 0.170 02 0.150 02 0.190 02
20	0.7680 03	0.400 01 0.610 01 0.170 02 0.150 02 0.200 02
25	0.1290 00	0.390 01 0.630 01 0.170 02 0.150 02 0.210 02
30	0.7340-12	0.390 01 0.630 01 0.170 02 0.150 02 0.210 02

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior  
Coordenação Setorial de Pós-Graduação  
Rua Aprígio Veloso, 882 - Tel (083) 321-7222-R 355  
58.100 - Campina Grande - Paraíba



ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 4

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : -1. 1. 0. 1. 0.

ITERACAO	F	COORDENADAS
1	0.2390 08	-0.810 01 -0.670 01 0.110 02 0.140 02 0.970 01
5	0.2380 08	-0.120 02 -0.620 00 0.100 02 0.220 02 0.490 01
10	0.9120 05	0.450 01 0.530 01 0.180 02 0.170 02 0.160 02
15	0.7640 04	0.410 01 0.580 01 0.170 02 0.150 02 0.190 02
20	0.8410 03	0.400 01 0.610 01 0.170 02 0.150 02 0.200 02
25	0.7990-01	0.390 01 0.630 01 0.170 02 0.150 02 0.210 02
30	0.2480-11	0.390 01 0.630 01 0.170 02 0.150 02 0.210 02

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 4

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : -1. 0. 1. 0. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS									
1	0.2390 08	-0.810 01	-0.670 01	0.110 02	0.140 02	0.970 01					
5	0.2380 08	-0.120 02	-0.620 00	0.100 02	0.220 02	0.490 01					
10	..	0.450 01	0.530 01	0.180 02	0.170 02	0.160 02					
15	..	0.7420 04	0.410 01	0.580 01	0.170 02	0.150 02	0.190 02				
20	..	0.7690 03	0.400 01	0.610 01	0.170 02	0.150 02	0.200 02				
25	..	0.1290 00	0.390 01	0.630 01	0.170 02	0.150 02	0.210 02				
30	..	0.2670-11	0.390 01	0.630 01	0.170 02	0.150 02	0.210 02				

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 4

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : -1. 1. 0. 0. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS
1	0.2390 08	-0.810 01 -0.670 01 0.110 02 0.140 02 0.970 01
5	0.2380 08	-0.120 02 -0.620 00 0.100 02 0.220 02 0.490 01
10	0.9020 05	0.450 01 0.530 01 0.180 02 0.170 02 0.160 02
15	0.7420 04	0.410 01 0.580 01 0.170 02 0.150 02 0.190 02
20	0.7710 03	0.400 01 0.610 01 0.170 02 0.150 02 0.200 02
25	0.1290 00	0.390 01 0.630 01 0.170 02 0.150 02 0.210 02
30	0.7300-12	0.390 01 0.630 01 0.170 02 0.150 02 0.210 02

## ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE

4

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 0. 0. 0. 1. -1.

ITERACAO	F	COORDENADAS							
1	0.2390 08	-0.810 01	-0.670 01	0.110 02	0.140 02	0.970 01			
5	0.2380 08	-0.120 02	-0.620 00	0.100 02	0.220 02	0.490 01			
10	0.3120 05	0.380 01	0.570 01	0.160 02	0.170 02	0.190 02			
15	0.3380 04	0.400 01	0.610 01	0.180 02	0.150 02	0.200 02			
20	0.1680 03	0.400 01	0.620 01	0.170 02	0.150 02	0.200 02			
25	0.1360-01	0.390 01	0.630 01	0.170 02	0.150 02	0.210 02			
30	0.2130-06	0.390 01	0.630 01	0.170 02	0.150 02	0.210 02			
35	0.3150-13	0.390 01	0.630 01	0.170 02	0.150 02	0.210 02			

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 0. 0. 0. 1. 0.

ITERACAO	F	COORDENADAS									
1	0.2390 09	-0.810 01	-0.670 01	0.110 02	0.140 02	0.970 01					
5	0.2380 08	-0.120 02	-0.620 00	0.100 02	0.220 02	0.490 01					
10	0.1660 07	0.590 01	0.140 01	0.340 02	0.300 02	0.480 01					
15	0.7870 06	0.810 01	0.220 01	0.330 02	0.210 02	0.730 01					
20	0.3160 06	0.610 01	0.340 01	0.260 02	0.180 02	0.110 02					
25	0.6540 05	0.500 01	0.490 01	0.210 02	0.160 02	0.160 02					
30	0.1770 05	0.450 01	0.550 01	0.190 02	0.150 02	0.180 02					
35	0.2110 04	0.400 01	0.610 01	0.170 02	0.150 02	0.200 02					
40	0.2720 00	0.390 01	0.630 01	0.170 02	0.150 02	0.210 02					
45	0.2240-02	0.390 01	0.630 01	0.170 02	0.150 02	0.210 02					
50	0.2910-07	0.390 01	0.630 01	0.170 02	0.150 02	0.210 02					
53	0.2830-10	0.390 01	0.630 01	0.170 02	0.150 02	0.210 02					

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 4

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 0. 0. 0. 0. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS
1	C.2390 08	-0.810 01-0.670 01 0.110 02 0.140 02 0.970 01
5	C.2380 08	-0.120 02-0.620 00 0.100 02 0.220 02 0.490 01
10	C.4790 06	0.410 01 0.310 01 0.160 02 0.310 02 0.990 01
15	C.2180 06	0.450 01 0.440 01 0.160 02 0.230 02 0.140 02
20	C.9530 05	0.410 01 0.500 01 0.160 02 0.200 02 0.160 02
25	C.1990 05	0.410 01 0.570 01 0.170 02 0.170 02 0.180 02
30	C.2450 04	0.390 01 0.620 01 0.170 02 0.150 02 0.200 02
35	C.2360 02	0.390 01 0.630 01 0.170 02 0.150 02 0.210 02
40	C.1350 00	0.390 01 0.630 01 0.170 02 0.150 02 0.210 02
45	C.1440-05	0.390 01 0.630 01 0.170 02 0.150 02 0.210 02
50	C.6530-12	0.390 01 0.630 01 0.170 02 0.150 02 0.210 02

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 4

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. -1. 1. -1. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS
1	0.239D 08	-0.81D 01-0.67D 01 0.11D 02 0.14D 02 0.97D 01
5	0.238D 08	-0.12D 02-0.61D 00 0.10D 02 0.22D 02 0.49D 01
10	0.334D 05	0.45D 01 0.52D 01 0.19D 02 0.17D 02 0.15D 02
15	0.763D 04	0.41D 01 0.60D 01 0.17D 02 0.15D 02 0.19D 02
20	0.154D 04	0.40D 01 0.61D 01 0.17D 02 0.15D 02 0.20D 02
25	0.918D 00	0.39D 01 0.63D 01 0.17D 02 0.15D 02 0.21D 02
30	0.264D-09	0.39D 01 0.63D 01 0.17D 02 0.15D 02 0.21D 02
35	0.205D-14	0.39D 01 0.63D 01 0.17D 02 0.15D 02 0.21D 02

## ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE

4

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. 1. 0. 1. 0.

ITERACAO	F	COORDENADAS									
1	0.2390 08	-0.810 01	-0.670 01	0.110 02	0.140 02	0.970 01					
5	0.2380 08	-0.120 02	-0.610 00	0.100 02	0.220 02	0.490 01					
10	0.9290 05	0.450 01	0.510 01	0.190 02	0.170 02	0.150 02					
15	0.8080 04	0.410 01	0.600 01	0.170 02	0.150 02	0.190 02					
20	0.1170 04	0.400 01	0.610 01	0.170 02	0.150 02	0.200 02					
25	0.4100 00	0.390 01	0.630 01	0.170 02	0.150 02	0.210 02					
30	0.7560-10	0.390 01	0.630 01	0.170 02	0.150 02	0.210 02					
32	0.1370-10	0.390 01	0.630 01	0.170 02	0.150 02	0.210 02					



ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE

4

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. 0. 1. 0. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS
1	0.2390 C8	-0.810 01-0.670 01 0.110 02 0.140 02 0.970 01
5	0.2380 C8	-0.120 02-0.610 00 0.100 02 0.220 02 0.490 01
10	0.3940 C5	0.450 01 0.520 01 0.190 02 0.170 02 0.150 02
15	0.7520 04	0.410 01 0.600 01 0.170 02 0.150 02 0.190 02
20	0.1520 C4	0.400 01 0.610 01 0.170 02 0.150 02 0.200 02
25	0.8950 C0	0.390 01 0.630 01 0.170 02 0.150 02 0.210 02
30	0.2080-09	0.390 01 0.630 01 0.170 02 0.150 02 0.210 02
35	0.7010-14	0.390 01 0.630 01 0.170 02 0.150 02 0.210 02

ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 4

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. 1. 0. 0. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS									
1	C.239D 08	-0.81D 01	-0.67D 01	0.11D 02	0.14D 02	0.97D 01					
5	C.238D 08	-0.12D 02	-0.61D 00	0.10D 02	0.22D 02	0.49D 01					
10	C.884D 05	0.45D 01	0.52D 01	0.19D 02	0.17D 02	0.15D 02					
15	C.763D 04	0.41D 01	0.60D 01	0.17D 02	0.15D 02	0.19D 02					
20	C.155D 04	0.40D 01	0.61D 01	0.17D 02	0.15D 02	0.20D 02					
25	C.916D 00	0.39D 01	0.63D 01	0.17D 02	0.15D 02	0.21D 02					
30	C.243D-09	0.39D 01	0.63D 01	0.17D 02	0.15D 02	0.21D 02					
35	C.119D-13	0.39D 01	0.63D 01	0.17D 02	0.15D 02	0.21D 02					

CONSTANTES DA FORMULA RECURSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : -1. 1. -1. 1. -1.

ITERACAO	F	COORDENADAS																					
1	0.2590 07	0.960	02	0.990	02	0.990	02	0.980	03	0.980	02	0.990	02	0.100	03	0.970	02	0.100	03	0.100	03	0.100	03
5	0.1200 07	0.950	02	0.920	02	0.930	02	0.940	02	0.940	02	0.980	02	0.100	03	0.110	03	0.110	03	0.110	03	0.110	03
10	0.1200 07	0.930	02	0.890	02	0.900	02	0.920	02	0.920	02	0.960	02	0.100	03	0.100	03	0.110	03	0.110	03	0.110	03
15	0.1180 07	0.920	02	0.880	02	0.900	02	0.920	02	0.910	02	0.960	02	0.100	03	0.100	03	0.110	03	0.110	03	0.110	03
20	0.1090 07	0.510	02	0.480	02	0.530	02	0.570	02	0.570	02	0.640	02	0.740	02	0.730	02	0.810	02	0.740	02	0.740	02
25	0.6690 06	0.490	02	0.400	02	0.440	02	0.540	02	0.540	02	0.630	02	0.750	02	0.770	02	0.890	02	0.850	02	0.850	02
30	0.3950 06	0.290	02	0.160	02	0.260	02	0.410	02	0.470	02	0.600	02	0.730	02	0.760	02	0.880	02	0.800	02	0.800	02
35	0.6430 05	0.190	02	0.160	02	0.290	02	0.420	02	0.460	02	0.560	02	0.690	02	0.730	02	0.860	02	0.860	02	0.860	02
40	0.2780 05	0.120	02	0.130	02	0.260	02	0.390	02	0.430	02	0.550	02	0.690	02	0.720	02	0.850	02	0.840	02	0.840	02
45	0.6420 04	0.950	01	0.120	02	0.240	02	0.380	02	0.420	02	0.540	02	0.680	02	0.720	02	0.850	02	0.850	02	0.890	02
50	0.1620 04	0.910	01	0.120	02	0.240	02	0.380	02	0.420	02	0.540	02	0.670	02	0.710	02	0.840	02	0.840	02	0.920	02
55	0.8300 03	0.840	01	0.120	02	0.240	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.840	02	0.840	02	0.930	02
60	0.5900 02	0.750	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.960	02
65	0.3090 02	0.730	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.960	02
70	0.1940 00	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02
75	0.3910-01	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02
80	0.3100-06	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02
85	0.1570-C7	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02
89	0.1570-07	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02

## ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE

5

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. 1. 1. 1. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS														
1	0.258D 07	0.96D 02	0.99D 02	0.99D 02	0.10D 03	0.98D 02	0.99D 02	0.10D 03	0.97D 02	0.10D 03	0.10D 03	0.97D 02	0.10D 03	0.10D 03	0.10D 03	
5	0.120D 07	0.95D 02	0.92D 02	0.93D 02	0.95D 02	0.94D 02	0.98D 02	0.10D 03	0.11D 03	0.11D 03	0.11D 03	0.11D 03	0.11D 03	0.11D 03	0.11D 03	
10	0.120D 07	0.92D 02	0.89D 02	0.90D 02	0.92D 02	0.91D 02	0.96D 02	0.10D 03	0.10D 03	0.11D 03	0.11D 03	0.11D 03	0.11D 03	0.11D 03	0.11D 03	
15	0.118D 07	0.92D 02	0.88D 02	0.89D 02	0.92D 02	0.91D 02	0.96D 02	0.10D 03	0.10D 03	0.11D 03	0.11D 03	0.11D 03	0.11D 03	0.11D 03	0.11D 03	
20	0.106D 07	0.51D 02	0.48D 02	0.52D 02	0.57D 02	0.56D 02	0.64D 02	0.73D 02	0.73D 02	0.81D 02	0.75D 02	0.73D 02	0.73D 02	0.81D 02	0.75D 02	
25	0.653D 06	0.48D 02	0.39D 02	0.43D 02	0.51D 02	0.53D 02	0.63D 02	0.75D 02	0.77D 02	0.89D 02	0.75D 02	0.77D 02	0.89D 02	0.85D 02	0.85D 02	
30	0.389D 06	0.29D 02	0.16D 02	0.25D 02	0.41D 02	0.47D 02	0.59D 02	0.73D 02	0.76D 02	0.88D 02	0.73D 02	0.76D 02	0.88D 02	0.80D 02	0.80D 02	
35	0.622D 05	0.19D 02	0.16D 02	0.28D 02	0.42D 02	0.46D 02	0.56D 02	0.69D 02	0.73D 02	0.86D 02	0.69D 02	0.73D 02	0.86D 02	0.86D 02	0.86D 02	
40	0.257D 05	0.12D 02	0.13D 02	0.26D 02	0.39D 02	0.43D 02	0.55D 02	0.68D 02	0.72D 02	0.85D 02	0.68D 02	0.72D 02	0.85D 02	0.85D 02	0.85D 02	
45	0.571D 04	0.92D 01	0.12D 02	0.24D 02	0.38D 02	0.42D 02	0.54D 02	0.68D 02	0.72D 02	0.85D 02	0.68D 02	0.72D 02	0.85D 02	0.89D 02	0.89D 02	
50	0.150D 04	0.90D 01	0.12D 02	0.24D 02	0.38D 02	0.42D 02	0.54D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.84D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.84D 02	0.92D 02	0.92D 02	
55	0.816D 03	0.85D 01	0.12D 02	0.24D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.84D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.84D 02	0.93D 02	0.93D 02	
60	0.554D 02	0.75D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.96D 02	0.96D 02	
65	0.286D 02	0.73D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.96D 02	0.96D 02	
70	0.172D 00	0.70D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.97D 02	
75	0.443D 01	0.70D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.97D 02	
80	0.407D 06	0.70D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.97D 02	
85	0.414D 07	0.70D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.97D 02	
90	0.150D 12	0.70D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.97D 02	



CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. 1. -1. 1. -1.

ITERACAO	F	COORDENADAS																					
1	0.2580 07	0.960	02	0.990	02	0.990	02	0.100	03	0.980	02	0.990	02	0.100	03	0.970	02	0.100	03	0.100	03	0.100	03
5	0.1200 07	0.950	02	0.920	02	0.930	02	0.950	02	0.940	02	0.980	02	0.100	03	0.110	03	0.110	03	0.110	03	0.110	03
10	0.1200 07	0.920	02	0.890	02	0.900	02	0.920	02	0.910	02	0.960	02	0.100	03	0.100	03	0.110	03	0.110	03	0.110	03
15	0.1130 07	0.920	02	0.880	02	0.890	02	0.920	02	0.910	02	0.960	02	0.100	03	0.100	03	0.110	03	0.110	03	0.110	03
20	0.1060 07	0.510	02	0.480	02	0.520	02	0.570	02	0.560	02	0.640	02	0.730	02	0.730	02	0.810	02	0.750	02	0.750	02
25	0.6530 06	0.480	02	0.350	02	0.430	02	0.510	02	0.530	02	0.630	02	0.750	02	0.770	02	0.890	02	0.850	02	0.850	02
30	0.3890 06	0.290	02	0.160	02	0.250	02	0.410	02	0.470	02	0.590	02	0.730	02	0.760	02	0.880	02	0.800	02	0.800	02
35	0.6220 05	0.190	02	0.160	02	0.280	02	0.420	02	0.460	02	0.560	02	0.690	02	0.730	02	0.860	02	0.860	02	0.860	02
40	0.2570 05	0.120	02	0.130	02	0.260	02	0.390	02	0.430	02	0.550	02	0.680	02	0.720	02	0.850	02	0.850	02	0.850	02
45	0.5710 04	0.920	01	0.120	02	0.240	02	0.380	02	0.420	02	0.540	02	0.680	02	0.720	02	0.850	02	0.890	02	0.890	02
50	0.1500 04	0.900	01	0.120	02	0.240	02	0.380	02	0.420	02	0.540	02	0.670	02	0.710	02	0.840	02	0.920	02	0.920	02
55	0.8160 03	0.850	01	0.120	02	0.240	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.840	02	0.930	02	0.930	02
60	0.5540 02	0.750	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.960	02	0.960	02
65	0.2860 02	0.730	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.960	02	0.960	02
70	0.1720 00	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02	0.970	02
75	0.4430 -01	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02	0.970	02
80	0.3700 -06	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02	0.970	02
85	0.3630 -07	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02	0.970	02
90	0.2880 -12	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.970	02	0.970	02

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H: 2. -1. 3. -2. -1.

ITERACAO	F	COORDENADAS
1	0.2580 07	0.960 02 0.990 02 0.990 02 0.980 03 0.980 02 0.990 02 0.100 03 0.970 02 0.100 03 0.100 03 0.100 03
5	0.1200 07	0.950 02 0.920 02 0.930 02 0.940 02 0.980 02 0.980 02 0.100 03 0.110 03 0.110 03 0.110 03
10	0.1200 07	0.920 02 0.880 02 0.900 02 0.920 02 0.960 02 0.960 02 0.100 03 0.100 03 0.110 03 0.110 03
15	0.1180 07	0.910 02 0.880 02 0.890 02 0.920 02 0.960 02 0.960 02 0.100 03 0.100 03 0.110 03 0.110 03
20	0.1050 07	0.510 02 0.470 02 0.520 02 0.570 02 0.560 02 0.630 02 0.730 02 0.730 02 0.810 02 0.740 02
25	0.6300 06	0.470 02 0.370 02 0.420 02 0.500 02 0.530 02 0.630 02 0.750 02 0.770 02 0.890 02 0.850 02
30	0.3760 06	0.290 02 0.160 02 0.250 02 0.400 02 0.460 02 0.590 02 0.720 02 0.750 02 0.880 02 0.810 02
35	0.6020 05	0.190 02 0.160 02 0.280 02 0.410 02 0.450 02 0.560 02 0.690 02 0.720 02 0.850 02 0.870 02
40	0.2300 05	0.120 02 0.130 02 0.260 02 0.390 02 0.430 02 0.550 02 0.680 02 0.720 02 0.850 02 0.850 02
45	0.5380 04	0.920 01 0.120 02 0.240 02 0.370 02 0.420 02 0.540 02 0.680 02 0.720 02 0.850 02 0.890 02
50	0.1310 04	0.890 01 0.120 02 0.240 02 0.380 02 0.420 02 0.540 02 0.670 02 0.710 02 0.840 02 0.920 02
55	0.7430 03	0.850 01 0.120 02 0.240 02 0.370 02 0.410 02 0.530 02 0.670 02 0.710 02 0.840 02 0.930 02
60	0.4740 02	0.740 01 0.110 02 0.230 02 0.370 02 0.410 02 0.530 02 0.670 02 0.710 02 0.830 02 0.960 02
65	0.2440 02	0.730 01 0.110 02 0.230 02 0.370 02 0.410 02 0.530 02 0.670 02 0.710 02 0.830 02 0.960 02
70	0.1180 00	0.700 01 0.110 02 0.230 02 0.370 02 0.410 02 0.530 02 0.670 02 0.710 02 0.830 02 0.970 02
75	0.2930 01	0.700 01 0.110 02 0.230 02 0.370 02 0.410 02 0.530 02 0.670 02 0.710 02 0.830 02 0.970 02
80	0.2320 06	0.700 01 0.110 02 0.230 02 0.370 02 0.410 02 0.530 02 0.670 02 0.710 02 0.830 02 0.970 02
85	0.8550 08	0.700 01 0.110 02 0.230 02 0.370 02 0.410 02 0.530 02 0.670 02 0.710 02 0.830 02 0.970 02
90	0.5450 12	0.700 01 0.110 02 0.230 02 0.370 02 0.410 02 0.530 02 0.670 02 0.710 02 0.830 02 0.970 02
91	0.5450 12	0.700 01 0.110 02 0.230 02 0.370 02 0.410 02 0.530 02 0.670 02 0.710 02 0.830 02 0.970 02

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 1. -1. 1. -1. 1.

ITERACAO F CCGRDENADAS

1	0.2580	07	0.960	02	0.990	02	0.990	02	0.100	03	0.980	02	0.990	02	0.100	03	0.970	02	0.100	03	0.100	03	0.100	03
5	0.1200	07	0.950	02	0.920	02	0.930	02	0.950	02	0.940	02	0.980	02	0.100	03	0.110	03	0.110	03	0.110	03	0.110	03
10	0.1200	07	0.920	02	0.890	02	0.900	02	0.920	02	0.910	02	0.960	02	0.100	03	0.100	03	0.100	03	0.110	03	0.110	03
15	0.1180	07	0.920	02	0.880	02	0.890	02	0.920	02	0.910	02	0.960	02	0.100	03	0.100	03	0.100	03	0.110	03	0.110	03
20	0.1060	07	0.510	02	0.480	02	0.520	02	0.570	02	0.560	02	0.640	02	0.730	02	0.730	02	0.810	02	0.810	02	0.750	02
25	0.6530	06	0.480	02	0.390	02	0.430	02	0.510	02	0.530	02	0.630	02	0.750	02	0.750	02	0.890	02	0.890	02	0.850	02
30	0.3890	06	0.290	02	0.160	02	0.250	02	0.410	02	0.470	02	0.590	02	0.730	02	0.760	02	0.880	02	0.880	02	0.800	02
35	0.6220	05	0.190	02	0.160	02	0.280	02	0.420	02	0.460	02	0.560	02	0.690	02	0.730	02	0.860	02	0.860	02	0.860	02
40	0.2570	05	0.120	02	0.130	02	0.260	02	0.390	02	0.430	02	0.550	02	0.680	02	0.720	02	0.850	02	0.850	02	0.850	02
45	0.5710	04	0.920	01	0.120	02	0.240	02	0.380	02	0.420	02	0.540	02	0.680	02	0.720	02	0.850	02	0.850	02	0.890	02
50	0.1500	04	0.900	01	0.120	02	0.240	02	0.380	02	0.420	02	0.540	02	0.670	02	0.710	02	0.840	02	0.840	02	0.920	02
55	0.8160	03	0.850	01	0.120	02	0.240	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.840	02	0.840	02	0.930	02
60	0.5540	02	0.750	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.960	02
65	0.2860	02	0.730	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.960	02
70	0.1720	00	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02
75	0.4430	-01	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02
80	0.3700	-06	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02
85	0.3630	-07	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02
90	0.2880	-12	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02



## ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE

5

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 0. 0. 0. 0. 1.

ITERACAO	F	COORDENADAS																	
1	0.2580 07	0.960 02	0.990 02	0.990 02	0.100 03	0.980 02	0.990 02	0.100 03	0.970 02	0.100 03	0.970 02	0.100 03	0.100 03	0.970 02	0.100 03	0.100 03	0.100 03	0.100 03	0.100 03
5	0.1200 07	0.950 02	0.920 02	0.930 02	0.950 02	0.940 02	0.980 02	0.100 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03
10	0.1200 07	0.930 02	0.890 02	0.900 02	0.920 02	0.920 02	0.960 02	0.100 03	0.100 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03
15	0.1180 07	0.920 02	0.880 02	0.890 02	0.920 02	0.910 02	0.960 02	0.100 03	0.100 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03
20	0.1080 07	0.510 02	0.480 02	0.530 02	0.580 02	0.570 02	0.640 02	0.740 02	0.730 02	0.810 02	0.750 02	0.750 02	0.770 02	0.890 02	0.850 02	0.850 02	0.850 02	0.850 02	0.850 02
25	0.6690 06	0.490 02	0.400 02	0.440 02	0.520 02	0.540 02	0.630 02	0.750 02	0.770 02	0.890 02	0.850 02	0.850 02	0.850 02	0.890 02	0.850 02	0.850 02	0.850 02	0.850 02	0.850 02
30	0.3970 06	0.290 02	0.160 02	0.260 02	0.410 02	0.470 02	0.600 02	0.730 02	0.760 02	0.880 02	0.800 02	0.800 02	0.800 02	0.880 02	0.800 02	0.800 02	0.800 02	0.800 02	0.800 02
35	0.6440 05	0.190 02	0.160 02	0.290 02	0.420 02	0.460 02	0.560 02	0.690 02	0.730 02	0.860 02	0.860 02	0.860 02	0.860 02	0.860 02	0.860 02	0.860 02	0.860 02	0.860 02	0.860 02
40	0.2770 05	0.130 02	0.130 02	0.260 02	0.390 02	0.430 02	0.550 02	0.680 02	0.720 02	0.850 02	0.840 02	0.840 02	0.840 02	0.850 02	0.840 02	0.840 02	0.840 02	0.840 02	0.840 02
45	0.6240 04	0.940 01	0.120 02	0.240 02	0.380 02	0.420 02	0.540 02	0.680 02	0.720 02	0.850 02	0.890 02	0.890 02	0.890 02	0.850 02	0.890 02	0.890 02	0.890 02	0.890 02	0.890 02
50	0.1640 04	0.910 01	0.120 02	0.240 02	0.380 02	0.420 02	0.540 02	0.670 02	0.710 02	0.840 02	0.920 02	0.920 02	0.920 02	0.840 02	0.920 02	0.920 02	0.920 02	0.920 02	0.920 02
55	0.7840 03	0.830 01	0.120 02	0.240 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.840 02	0.930 02	0.930 02	0.930 02	0.840 02	0.930 02	0.930 02	0.930 02	0.930 02	0.930 02
60	0.6020 02	0.750 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.960 02	0.960 02	0.960 02	0.830 02	0.960 02	0.960 02	0.960 02	0.960 02	0.960 02
65	0.3140 02	0.730 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.960 02	0.960 02	0.960 02	0.830 02	0.960 02	0.960 02	0.960 02	0.960 02	0.960 02
70	0.2180 00	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02
75	0.5270-01	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02
80	0.3840-06	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02
85	0.3110-07	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02
90	0.5160-11	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02
91	0.5160-11	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02

## ALGORITMO GERAL DE HUANG

FUNCAO TESTE 5

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : 0. 0. 0. 1. 0.

ITERACAO	F	COORDENADAS																	
1	0.2580-07	0.960 02	0.990 02	0.990 02	0.100 03	0.980 02	0.990 02	0.100 03	0.970 02	0.100 03	0.970 02	0.100 03	0.100 03	0.970 02	0.100 03	0.100 03	0.100 03	0.100 03	0.100 03
5	0.1200 07	0.950 02	0.920 02	0.930 02	0.950 02	0.940 02	0.980 02	0.100 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03
10	0.1200 07	0.930 02	0.890 02	0.900 02	0.920 02	0.920 02	0.960 02	0.100 03	0.100 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03
15	0.1180 07	0.920 02	0.880 02	0.890 02	0.920 02	0.910 02	0.960 02	0.100 03	0.100 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03
20	0.1080 07	0.510 02	0.480 02	0.530 02	0.580 02	0.570 02	0.640 02	0.740 02	0.730 02	0.810 02	0.750 02	0.730 02	0.810 02	0.750 02	0.730 02	0.810 02	0.750 02	0.730 02	0.810 02
25	0.6690 06	0.490 02	0.400 02	0.440 02	0.520 02	0.540 02	0.630 02	0.750 02	0.770 02	0.890 02	0.850 02	0.770 02	0.890 02	0.850 02	0.770 02	0.890 02	0.850 02	0.770 02	0.890 02
30	0.3970 06	0.290 02	0.160 02	0.260 02	0.410 02	0.470 02	0.600 02	0.730 02	0.760 02	0.880 02	0.800 02	0.760 02	0.880 02	0.800 02	0.760 02	0.880 02	0.800 02	0.760 02	0.880 02
35	0.6440 05	0.190 02	0.160 02	0.290 02	0.420 02	0.460 02	0.560 02	0.690 02	0.730 02	0.860 02	0.860 02	0.730 02	0.860 02	0.860 02	0.730 02	0.860 02	0.860 02	0.730 02	0.860 02
40	0.2770 05	0.130 02	0.130 02	0.260 02	0.390 02	0.430 02	0.550 02	0.680 02	0.720 02	0.850 02	0.840 02	0.720 02	0.850 02	0.840 02	0.720 02	0.850 02	0.840 02	0.720 02	0.850 02
45	0.6240 04	0.940 01	0.120 02	0.240 02	0.380 02	0.420 02	0.540 02	0.680 02	0.720 02	0.850 02	0.890 02	0.720 02	0.850 02	0.890 02	0.720 02	0.850 02	0.890 02	0.720 02	0.850 02
50	0.1640 04	0.910 01	0.120 02	0.240 02	0.380 02	0.420 02	0.540 02	0.670 02	0.710 02	0.840 02	0.920 02	0.710 02	0.840 02	0.920 02	0.710 02	0.840 02	0.920 02	0.710 02	0.840 02
55	0.7840 03	0.830 01	0.120 02	0.240 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.840 02	0.930 02	0.710 02	0.840 02	0.930 02	0.710 02	0.840 02	0.930 02	0.710 02	0.840 02
60	0.6030 02	0.750 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.960 02	0.710 02	0.830 02	0.960 02	0.710 02	0.830 02	0.960 02	0.710 02	0.830 02
65	0.3140 02	0.730 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.960 02	0.710 02	0.830 02	0.960 02	0.710 02	0.830 02	0.960 02	0.710 02	0.830 02
70	0.2220 00	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.710 02	0.830 02
75	0.5450-01	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.710 02	0.830 02
80	0.4630-06	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.710 02	0.830 02
85	0.1140-06	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.710 02	0.830 02
90	0.3780-12	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.710 02	0.830 02

CONSTANTES DA FORMULA RECURSSIVA PARA O CALCULO DA MATRIZ H : C. 0. 0. 1. -1.

ITERACAO	F	CCORDENADAS											
1	0.2580 07	0.960 02	0.990 02	0.990 02	0.100 03	0.980 02	0.990 02	0.990 02	0.100 03	0.970 02	0.100 03	0.100 03	0.100 03
5	0.1200 07	0.950 02	0.920 02	0.930 02	0.950 02	0.940 02	0.980 02	0.980 02	0.100 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03
10	0.1200 07	0.930 02	0.890 02	0.900 02	0.920 02	0.920 02	0.920 02	0.960 02	0.100 03	0.100 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03
15	0.1180 07	0.920 02	0.880 02	0.890 02	0.920 02	0.910 02	0.910 02	0.960 02	0.100 03	0.100 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03
20	0.1080 07	0.510 02	0.480 02	0.530 02	0.580 02	0.570 02	0.570 02	0.640 02	0.740 02	0.730 02	0.810 02	0.750 02	0.750 02
25	0.6690 06	0.490 02	0.400 02	0.440 02	0.520 02	0.540 02	0.540 02	0.630 02	0.750 02	0.770 02	0.890 02	0.850 02	0.850 02
30	0.3970 06	0.290 02	0.160 02	0.260 02	0.410 02	0.470 02	0.470 02	0.600 02	0.730 02	0.760 02	0.880 02	0.800 02	0.800 02
35	0.6440 05	0.190 02	0.160 02	0.290 02	0.420 02	0.460 02	0.460 02	0.560 02	0.690 02	0.730 02	0.860 02	0.860 02	0.860 02
40	0.2770 05	0.139 02	0.130 02	0.260 02	0.390 02	0.430 02	0.430 02	0.550 02	0.680 02	0.720 02	0.850 02	0.840 02	0.840 02
45	0.6240 04	0.940 01	0.120 02	0.240 02	0.380 02	0.420 02	0.420 02	0.540 02	0.680 02	0.720 02	0.850 02	0.890 02	0.890 02
50	0.1640 04	0.910 01	0.120 02	0.240 02	0.380 02	0.420 02	0.420 02	0.540 02	0.670 02	0.710 02	0.840 02	0.920 02	0.920 02
55	0.7840 03	0.830 01	0.120 02	0.240 02	0.370 02	0.410 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.840 02	0.930 02	0.930 02
60	0.6020 02	0.750 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.960 02	0.960 02
65	0.3140 02	0.730 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.960 02	0.960 02
70	0.2220 00	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02
75	0.5430-01	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02
80	0.5590-06	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02
85	0.1210-07	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02
90	0.2640-13	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02







ALGORITMO SIMPLIFICADO DE HUANG

FUNCAO TESTE 2

ALGORITMO HUM

ITERACAO	F	COORDENADA S			
1	0.520D 03	-0.10D 01	0.24D 01	0.15D 01	
5	0.729D 01	-0.82D-01	0.10D 01	0.26D 01	
10	0.386D 01	0.34D 00	0.94D 00	0.20D 01	
15	0.998D 00	0.88D 00	0.56D 00	0.89D 00	
20	0.240D 00	0.95D 00	0.30D 00	0.49D 00	
25	0.126D-02	0.10D 01	0.20D-01	0.33D-01	
30	0.552D-10	0.10D 01	-0.20D-07	0.33D-07	
32	0.371D-15	0.10D 01	0.87D-08	0.14D-07	

## ALGORITMO SIMPLIFICADO DE HUANG

FUNCAO TESTE 3

## ALGORITMO HUM

ITERACAO	F	COORDENADA S
1	0.1340 03	0.290 00-0.430 00-0.380-01-0.480 00
5	0.1800 02	0.610 00 0.420 00-0.520 00 0.390 00
10	0.3870 01	0.100 01 0.100 01-0.900 00 0.820 00
15	0.3290 01	0.110 01 0.130 01-0.770 00 0.610 00
20	0.2690 01	0.130 01 0.180 01-0.510 00 0.250 00
25	0.2360 01	0.130 01 0.170 01-0.360 00 0.140 00
30	0.1230 01	0.130 01 0.170 01 0.390 00 0.150 00
..		
..		
35	0.6210 00	0.130 01 0.180 01 0.490 00 0.240 00
40	0.2590 00	0.120 01 0.140 01 0.740 00 0.530 00
45	0.7860-01	0.110 01 0.130 01 0.850 00 0.720 00
50	0.1220-01	0.110 01 0.110 01 0.940 00 0.880 00
55	0.3840-03	0.100 01 0.100 01 0.990 00 0.980 00
58	0.4580-07	0.100 01 0.100 01 0.100 01 0.100 01



## ALGORITMO HUM

ITERACAO	F	COORDENADA S							
1	0.239D 08	-0.81D 01	-0.67D 01	0.11D 02	0.14D 02	0.97D 01			
5	0.239D 08	-0.82D 01	-0.68D 01	0.11D 02	0.14D 02	0.97D 01			
10	0.737D 04	0.43D 01	0.60D 01	0.18D 02	0.14D 02	0.19D 02			
15	0.313D 04	0.42D 01	0.60D 01	0.18D 02	0.15D 02	0.20D 02			
20	0.349D 03	0.40D 01	0.62D 01	0.17D 02	0.15D 02	0.20D 02			
25	0.213D 02	0.40D 01	0.63D 01	0.17D 02	0.15D 02	0.21D 02			
30	0.125D 00	0.39D 01	0.63D 01	0.17D 02	0.15D 02	0.21D 02			
35	0.393D-06	0.39D 01	0.63D 01	0.17D 02	0.15D 02	0.21D 02			
40	0.237D-10	0.39D 01	0.63D 01	0.17D 02	0.15D 02	0.21D 02			
41	0.281D-10	0.39D 01	0.63D 01	0.17D 02	0.15D 02	0.21D 02			

ALGORITMO SIMPLIFICADO DE HUANG  
ALGORITMO HUM

FUNCAO TESTE 5

ITERACAO	F	COORDENADA S											
1	0.2580 07	0.960 02	0.990 02	0.990 02	0.100 03	0.980 02	0.990 02	0.100 03	0.970 02	0.100 03	0.100 03	0.100 03	0.100 03
5	0.1200 07	0.950 02	0.920 02	0.930 02	0.950 02	0.940 02	0.980 02	0.100 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03
10	0.1200 07	0.950 02	0.910 02	0.920 02	0.950 02	0.940 02	0.980 02	0.100 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03
15	0.1190 07	0.940 02	0.910 02	0.920 02	0.950 02	0.940 02	0.990 02	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03	0.110 03
20	0.8800 06	0.450 02	0.390 02	0.400 02	0.450 02	0.470 02	0.550 02	0.650 02	0.670 02	0.780 02	0.720 02	0.850 02	0.850 02
25	0.2670 06	0.280 02	0.170 02	0.300 02	0.420 02	0.470 02	0.590 02	0.700 02	0.760 02	0.890 02	0.850 02	0.850 02	0.850 02
30	0.2660 06	0.290 02	0.180 02	0.300 02	0.430 02	0.470 02	0.590 02	0.700 02	0.750 02	0.890 02	0.850 02	0.850 02	0.850 02
35	0.5630 05	0.160 02	0.150 02	0.290 02	0.410 02	0.450 02	0.560 02	0.690 02	0.730 02	0.860 02	0.880 02	0.880 02	0.880 02
40	0.4040 05	0.130 02	0.130 02	0.280 02	0.410 02	0.440 02	0.550 02	0.690 02	0.720 02	0.860 02	0.880 02	0.880 02	0.880 02
45	0.8410 04	0.110 02	0.130 02	0.250 02	0.390 02	0.430 02	0.540 02	0.680 02	0.720 02	0.860 02	0.890 02	0.890 02	0.890 02
50	0.3320 04	0.870 01	0.120 02	0.240 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.840 02	0.900 02	0.900 02	0.900 02
55	0.1540 04	0.880 01	0.120 02	0.240 02	0.380 02	0.420 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.840 02	0.920 02	0.920 02	0.920 02
60	0.2370 03	0.730 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.950 02	0.950 02	0.950 02
65	0.7840 02	0.750 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.960 02	0.960 02	0.960 02
70	0.4220 00	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02
75	0.8310-01	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02
80	0.2830-05	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02
85	0.3430-06	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02
90	0.3160-11	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02	0.970 02	0.970 02

Coordenacao Sertidel e de Inducao  
Rua Aprigio Veloso, 882 - Tel (683) 321-7222-R 355  
58.100 - Campina Grande - Paratiba

ALGORITMO TRES

ITERACAO	F	COORDENADAS															
1	0.119D 04	-0.18D 02	0.13D 02	0.24D 02	0.36D 02	0.45D 02	0.56D 02	0.67D 02	0.76D 02	0.87D 02	0.94D 02	0.82D 02	0.71D 02	0.60D 02	0.49D 02	0.38D 02	0.27D 02
2	0.296D 03	-0.87D 01	0.22D 02	0.23D 02	0.35D 02	0.41D 02	0.52D 02	0.64D 02	0.70D 02	0.82D 02	0.94D 02	0.82D 02	0.71D 02	0.60D 02	0.49D 02	0.38D 02	0.27D 02
3	0.880D 02	-0.32D 01	0.20D 02	0.17D 02	0.37D 02	0.42D 02	0.54D 02	0.68D 02	0.65D 02	0.92D 02	0.87D 02	0.76D 02	0.65D 02	0.54D 02	0.43D 02	0.32D 02	0.21D 02
4	0.325D 02	-0.88D 00	0.18D 02	0.17D 02	0.41D 02	0.40D 02	0.52D 02	0.71D 02	0.65D 02	0.90D 02	0.89D 02	0.78D 02	0.67D 02	0.56D 02	0.45D 02	0.34D 02	0.23D 02
5	0.138D 00	0.70D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.83D 02	0.71D 02	0.60D 02	0.49D 02	0.38D 02	0.27D 02
6	0.119D-01	0.70D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.83D 02	0.71D 02	0.60D 02	0.49D 02	0.38D 02	0.27D 02
7	0.498D-03	0.70D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.83D 02	0.71D 02	0.60D 02	0.49D 02	0.38D 02	0.27D 02
8	0.145D-03	0.70D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.83D 02	0.71D 02	0.60D 02	0.49D 02	0.38D 02	0.27D 02
9	0.565D-04	0.70D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.83D 02	0.71D 02	0.60D 02	0.49D 02	0.38D 02	0.27D 02
10	0.127D-04	0.70D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.83D 02	0.71D 02	0.60D 02	0.49D 02	0.38D 02	0.27D 02
11	0.306D-05	0.70D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.83D 02	0.71D 02	0.60D 02	0.49D 02	0.38D 02	0.27D 02
12	0.255D-05	0.70D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.83D 02	0.71D 02	0.60D 02	0.49D 02	0.38D 02	0.27D 02
13	0.169D-05	0.70D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.83D 02	0.71D 02	0.60D 02	0.49D 02	0.38D 02	0.27D 02
14	0.142D-06	0.70D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.83D 02	0.71D 02	0.60D 02	0.49D 02	0.38D 02	0.27D 02
15	0.173D-10	0.70D 01	0.11D 02	0.23D 02	0.37D 02	0.41D 02	0.53D 02	0.67D 02	0.71D 02	0.83D 02	0.97D 02	0.83D 02	0.71D 02	0.60D 02	0.49D 02	0.38D 02	0.27D 02

## ALGORITMO TRES

ITERACAO	F	COORDENADA S
1	0.5200-03	-0.100-01 0.240-01 0.150-01
5	0.7250-01	-0.820-01 0.100-01 0.260-01
10	0.3860-01	0.340-00 0.540-00 0.200-01
15	0.5580-00	0.880-00 0.560-00 0.890-00
20	0.2400-00	0.950-00 0.300-00 0.490-00
25	0.1260-02	0.100-01 0.200-01 0.330-01
30	0.5520-10	0.100-01-0.200-07 0.330-07
32	0.3710-15	0.100-01 0.870-00 0.140-07



## ALGORITMO TPES

ITERACAO	F	COORDENADAS									
1	0.239D-08	-0.81D	01	-0.67D	01	0.11D	02	0.14D	02	0.97D	01
5	0.239D-08	-0.84D	01	-0.69D	01	0.11D	02	0.14D	02	0.99D	01
10	0.502D-04	0.43D	01	0.59D	01	0.18D	02	0.14D	02	0.19D	02
15	0.230D-03	0.40D	01	0.62D	01	0.17D	02	0.15D	02	0.20D	02
20	0.153D-02	0.40D	01	0.63D	01	0.17D	02	0.15D	02	0.20D	02
25	0.110D-01	0.39D	01	0.63D	01	0.17D	02	0.15D	02	0.21D	02
30	0.811D-01	0.39D	01	0.63D	01	0.17D	02	0.15D	02	0.21D	02
35	0.606D-02	0.39D	01	0.63D	01	0.17D	02	0.15D	02	0.21D	02
40	0.451D-03	0.39D	01	0.63D	01	0.17D	02	0.15D	02	0.21D	02
45	0.336D-04	0.39D	01	0.63D	01	0.17D	02	0.15D	02	0.21D	02
50	0.926D-07	0.39D	01	0.63D	01	0.17D	02	0.15D	02	0.21D	02
55	0.332D-09	0.39D	01	0.63D	01	0.17D	02	0.15D	02	0.21D	02
60	0.215D-10	0.39D	01	0.63D	01	0.17D	02	0.15D	02	0.21D	02
64	0.172D-11	0.39D	01	0.63D	01	0.17D	02	0.15D	02	0.21D	02

ALGORITMO SIMPLIFICADO DE HUANG

FUNCAO TESTE

ALGORITMO TRES

ITERACAO

F

COORDENADAS

1	0.2580	07	0.960	02	0.990	02	0.990	02	0.100	02	0.980	02	0.990	02	0.950	02	0.100	03	0.970	02	0.100	03	0.110	03	0.110	03
15	0.1180	07	0.920	02	0.890	02	0.900	02	0.920	02	0.910	02	0.950	02	0.100	03	0.100	03	0.100	03	0.110	03	0.110	03	0.110	03
30	0.1330	05	0.900	01	0.120	02	0.240	02	0.580	02	0.410	02	0.520	02	0.670	02	0.710	02	0.840	02	0.840	02	0.930	02	0.930	02
45	0.5540	C3	0.650	01	0.120	02	0.240	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.840	02	0.840	02	0.930	02	0.930	02
60	0.5450	C2	0.750	01	0.110	02	0.230	02	0.570	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.960	02	0.960	02
75	0.3350	01	0.720	01	0.110	02	0.230	02	0.570	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.960	02	0.960	02
90	0.1630	01	0.710	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02	0.970	02
105	0.3460	00	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.570	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02	0.970	02
120	0.5650	-02	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02	0.970	02
125	0.4570	-03	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02	0.970	02
150	0.7550	-04	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02	0.970	02
165	0.1450	-04	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02	0.970	02
180	0.9690	-06	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02	0.970	02
195	0.6870	-07	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.570	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02	0.970	02
210	0.2110	-07	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02	0.970	02
225	0.4360	-08	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02	0.970	02
240	0.9410	-09	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02	0.970	02
255	0.1880	-09	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02	0.970	02
297	0.1800	-09	0.700	01	0.110	02	0.230	02	0.370	02	0.410	02	0.530	02	0.670	02	0.710	02	0.830	02	0.830	02	0.970	02	0.970	02

ALGORITMO MEMORY GRADIENT

FUNCAO TESTE 1

ITERACOES

F

COORDENADAS

1	0.1200 04	-0.180 02	0.140 02	0.250 02	0.360 02	0.450 02	0.560 02	0.680 02	0.770 02	0.880 02	0.970 02
5	0.3020 02	-0.340 00	0.180 02	0.170 02	0.410 02	0.400 02	0.510 02	0.710 02	0.650 02	0.970 02	0.890 02
10	0.7850-05	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02
12	0.3640-08	0.700 01	0.110 02	0.230 02	0.370 02	0.410 02	0.530 02	0.670 02	0.710 02	0.830 02	0.970 02



ALGORITMO MEMORY GRADIENT

FUNCAO TESTE 2

ITERACAO	E	COORDENADAS
1	0.5200 03	-0.100 01 0.240 01 0.150 01
5	0.4890 01	0.180 00 0.960 00 0.220 01
15	0.4750-02	0.100 01 0.140-01 0.290-01
20	0.2960-10	0.100 01 0.330-05 0.540-05
20	0.2960-10	0.100 01 0.330-05 0.540-05

3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49

ALGORITMO MEMORY GRADIENT

FUNCAO TFSTF 2

ITERACAO	E	COORDENADAS
1	0.5200 03	-0.100 01 0.240 01 0.150 01
10	0.6220 00	0.880 00 0.480 00 0.790 00
15	0.2160-02	0.100 01 0.140-01 0.230-01
20	0.1580-08	0.100 01 0.970-08-0.120-06
22	0.2030-12	0.100 01-0.310-07-0.910-07

2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49

ALGORITMO MEMORY GRADIENT

FUNCAO TESTE 3

ITERACAO	F	COORDENADAS							
1	0.1340-03	0.270	00-0	0.420	00-0	0.590-01	-0.490	00	
5	0.5080-02	0.100	01	0.100	01	0.970	00	0.940	00
10	0.1000-04	0.100	01	0.100	01	0.100	01	0.100	01
13	0.2300-06	0.100	01	0.100	01	0.100	01	0.100	01

ITERACAO	F	COORDENADAS			
1	0.1340-03	0.270	00-0.430	00-0.590	01-0.490 00
10	0.1960-02	0.100	01 0.100	01 0.980	00 0.950 00
15	0.1080-03	0.100	01 0.100	01 0.990	00 0.990 00
20	0.6310-04	0.100	01 0.100	01 0.100	01 0.990 00
30	0.5680-05	0.100	01 0.100	01 0.100	01 0.100 01
35	0.1340-06	0.100	01 0.100	01 0.100	01 0.100 01
35	0.1340-06	0.100	01 0.100	01 0.100	01 0.100 01

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA  
 Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior  
 Coordenação Setorial de Pós-Graduação  
 Rua Aprigio Veloso, 832, Tel (083) 321 722-4 355  
 58.100 - Campina Grande - Paraíba

ALGORITMO MEMORY GRADIENT

FUNCAO TESTE 4

ITERACAO	F	COORDENADAS									
1	0.2390 08	-0.810	01-0.670	01	0.110	02	0.140	02	0.960	01	
5	0.4790 04	0.420	01	0.600	01	0.180	02	0.140	02	0.200	02
10	0.2810 03	0.400	01	0.620	01	0.170	02	0.150	02	0.200	02
15	0.4860 02	0.400	01	0.630	01	0.170	02	0.150	02	0.200	02
20	0.1440 01	0.390	01	0.630	01	0.170	02	0.150	02	0.210	02
30	0.6890-05	0.390	01	0.630	01	0.170	02	0.150	02	0.210	02
35	0.2410-06	0.390	01	0.630	01	0.170	02	0.150	02	0.210	02
40	0.2370-08	0.390	01	0.630	01	0.170	02	0.150	02	0.210	02
44	0.1760-08	0.390	01	0.630	01	0.170	02	0.150	02	0.210	02

ALIGNED MEMORY GRADIENT

FUNCAO TFSTF 4

COORDENADAS

ITERACOES

10	4	0.2390-08	-0.610	01-0.670	01	0.110	02	0.140	02	0.960	01	
11	5	0.4790-04	0.420	01	0.600	01	0.180	02	0.140	02	0.200	02
12	10	0.4020-03	0.400	01	0.620	01	0.170	02	0.150	02	0.200	02
13	15	0.2280-02	0.400	01	0.620	01	0.170	02	0.150	02	0.200	02
14	20	0.2180-01	0.390	01	0.630	01	0.170	02	0.150	02	0.210	02
15	25	0.1070-00	0.390	01	0.630	01	0.170	02	0.150	02	0.210	02
16	30	0.5980-03	0.390	01	0.630	01	0.170	02	0.150	02	0.210	02
17	35	0.5010-05	0.390	01	0.630	01	0.170	02	0.150	02	0.210	02
18	40	0.3720-06	0.390	01	0.630	01	0.170	02	0.150	02	0.210	02
19	45	0.2790-07	0.390	01	0.630	01	0.170	02	0.150	02	0.210	02
20	50	0.3080-08	0.390	01	0.630	01	0.170	02	0.150	02	0.210	02

1HC210Y PROGRAM INTERRUPT(P) OLD PSW IS FF15000F821198FF

55 0.2010-08 0.390 01 0.630 01 0.170 02 0.150 02 0.210 02

1HC210Y PROGRAM INTERRUPT(P) OLD PSW IS FF15000F821198FF

1HC210Y PROGRAM INTERRUPT(P) OLD PSW IS FF15000F821198FF

1HC210Y PROGRAM INTERRUPT(P) OLD PSW IS FF15000F821198FF

60 0.1880-08 0.390 01 0.630 01 0.170 02 0.150 02 0.210 02

62 0.1750-08 0.390 01 0.630 01 0.170 02 0.150 02 0.210 02



