

Laboratório: Distâncias geodésicas

Trigonometria esférica

Seja uma esfera de raio **R** com centro em **O**, o triângulo esférico **ABC**, com arcos **a = BC**, **b = CA**, **c = AB** e a seguinte equação da trigonometria esférica:

$$\cos(a) = \cos(b) \cdot \cos(c) + \sin(b) \cdot \sin(c) \cdot \cos(A)$$

Uma vez obtido o **cos(a)**, determina-se o ângulo entre as linhas **OB** e **OC** através da função **arccos(cos(a))** e calcula-se o comprimento do arco **BC** aplicando-se a fórmula:

$$a = BC = \arccos(\cos(a)) \cdot R$$

Latitude e longitude

Conhecendo-se as coordenadas geográficas – **Latitude** e **Longitude** – de dois pontos sobre o planeta Terra e utilizando-se conhecimentos de **trigonometria esférica**, é possível calcular a distância geodésica entre eles.

A **Latitude** de um ponto sobre a superfície terrestre é a distância, medida em **Graus**, desde o **Equador terrestre** (referência **zero grau**) até o **paralelo** que passa por esse ponto. O **Equador** é a referência para as medidas de **Latitude** sendo que o ponto sobre a Terra pode estar ao **Norte**, entre 0° e +90° no Pólo Norte, ou ao **Sul** entre 0° e –90° no Pólo Sul.

Já a **Longitude** daquele mesmo ponto é a distância, medida em **Graus**, desde o **meridiano de Greenwich** (referência **zero grau**) até o **meridiano** que passa pelo ponto. O **meridiano de Greenwich** é a referência para as medidas de **Longitude**, podendo o ponto estar a **Leste** entre 0° e +180° ou a **Oeste**, entre 0° e –180°.

A distância entre dois pontos sobre a superfície terrestre é igual ao tamanho do arco de circunferência que liga aqueles pontos. Para calcular o arco, é necessário determinar o ângulo formado pelas duas linhas que ligam o centro da Terra a cada um dos dois pontos e então multiplicá-lo pelo raio da Terra.

Para tanto, toma-se o triângulo esférico com vértices **A** no Pólo Norte, **B** no primeiro ponto e **C** no segundo. Assim, tem-se:

$$\begin{aligned} b &= \text{Latitude}(A) - \text{Latitude}(C) &= 90^\circ - \text{Latitude}(C) \\ c &= \text{Latitude}(A) - \text{Latitude}(B) &= 90^\circ - \text{Latitude}(B) \\ A &= \text{Longitude}(B) - \text{Longitude}(C) \end{aligned}$$

A distância geodésica entre os pontos B e C é calculada como:

$$\text{distância BC} = \text{arco}(a) \cdot \text{raio da Terra}$$

Consideramos aqui que o planeta Terra é perfeitamente esférico e que seu raio tem comprimento de **6.371 km**. Mesmo sabendo-se que a Terra é “achatada” nos pólos, o erro cometido é muito pequeno, pois a circunferência do Equador = 40.075 km e a dos meridianos = 40.003 km, ou seja, 0,18% menor.

As instruções trigonométricas **FPU** disponíveis exigem que os ângulos estejam em radianos e precisam ser convertidos a partir das suas medidas em graus:

$$\text{radianos} = (\pi \cdot (\text{graus} + \text{minutos} / 60)) / 180$$

Importante: latitudes **SUL** e longitudes **OESTE** são negativas.
Assim, para essas medidas, após aplicar a fórmula acima, fazer **radianos = – (radianos)**

Exemplo: latitude(Salvador, BA) = 12° 56' S = – (π * (12 + 56 / 60)) / 180 = –0,2257 rad

No exemplo ilustrado na figura abaixo, o triângulo esférico tem os vértices **A** no Pólo Norte, **B** em New York e **C** em Salvador. Assim:

a = New York, US – Salvador, BR

b = Pólo Norte – Salvador, BR

c = Pólo Norte – New York, US

$$\begin{aligned} b &= 90^\circ - 12^\circ 56' \text{ S} &= 1,5708 \text{ rad} - (-0,2257 \text{ rad}) &= 1,7965 \text{ rad} \\ c &= 90^\circ - 40^\circ 45' \text{ N} &= 1,5708 \text{ rad} - 0,7112 \text{ rad} &= 0,8596 \text{ rad} \\ A &= 73^\circ 59' \text{ W} - 38^\circ 31' \text{ W} &= -1,2913 \text{ rad} - (-0,6722 \text{ rad}) &= -0,6191 \text{ rad} \end{aligned}$$

Aplicando a **Lei dos cossenos**:

$$\begin{aligned} \cos(a) &= \cos(b) * \cos(c) + \sin(b) * \sin(c) * \cos(A) \\ &= \cos(1,7965) * \cos(0,8596) + \sin(1,7965) * \sin(0,8596) * \cos(-0,6191) \\ &= -0,2238 * 0,6527 + 0,9746 * 0,7576 * 0,8144 \\ &= 0,4552 \end{aligned}$$

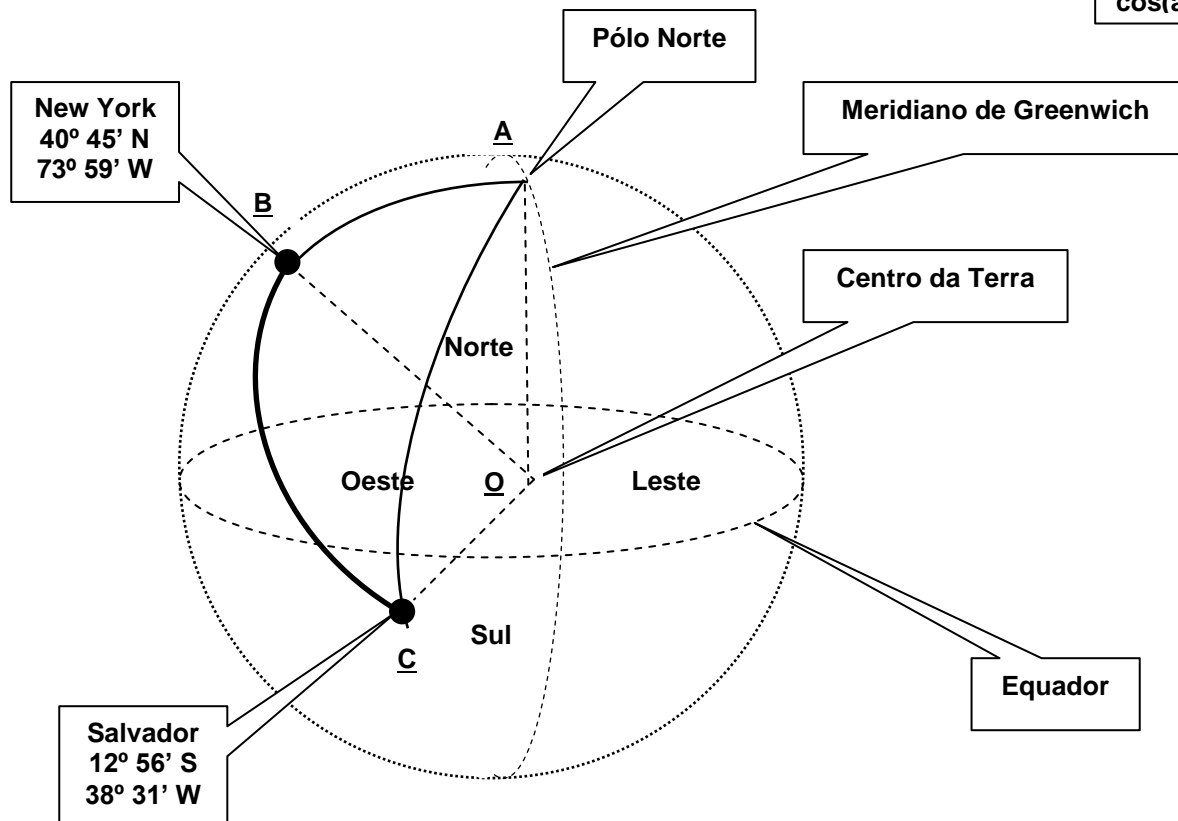
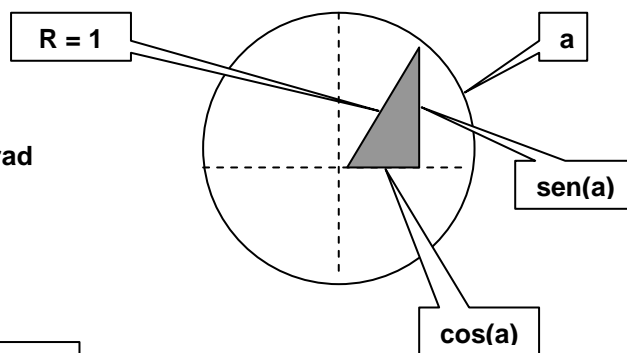
Como o processador Intel não possui a instrução **arccos**, utiliza-se a **FPATAN** (Partial arctangent) para determinar o **arco a**. Para isso necessita-se do **sen(a)**, obtido a partir da seguinte relação:

Na representação do arco **a** no círculo trigonométrico de raio **R = 1**, este é a hipotenusa de um triângulo retângulo, cujos catetos são o **sen(a)** e o **cos(a)**. Aplicando-se o Teorema de Pitágoras:

$$\begin{aligned} \sin(a)^2 + \cos(a)^2 &= R^2 \\ \sin(a)^2 + \cos(a)^2 &= 1 \\ \sin(a) &= \text{SQRT}(1 - \cos(a)^2) \\ \sin(a) &= \text{SQRT}(1 - 0,4552^2) = 0,8904 \end{aligned}$$

$$\arctan(\sin(a)/\cos(a)) = \arctan(0,8904/0,4552) = 1,0982 \text{ rad}$$

$$a = 1,0982 * 6371 \text{ KM} = 6996,6322 \text{ KM}$$



Coordenadas geográficas de algumas cidades no Brasil e no mundo

Cidade	Latitude	Longitude
Aracajú, SE	10° 55' S	37° 03' W
Baurú, SP	22° 19' S	49° 04' W
Belém, PA	1° 28' S	48° 29' W
Belo Horizonte, MG	19° 55' S	43° 57' W
Blumenau, SC	26° 55' S	49° 04' W
Boa Vista, RR	2° 49' N	60° 40' W
Brasília, DF	15° 47' S	47° 55' W
Campina Grande, PB	7° 14' S	35° 53' W
Campinas, SP	22° 54' S	47° 04' W
Campo Grande, MS	21° 34' S	54° 55' W
Corumbá, MS	19° 01' S	57° 39' W
Cuiabá, MT	15° 36' S	56° 06' W
Curitiba, PR	25° 26' S	49° 16' W
Dourados, MS	22° 13' S	54° 48' W
Feira de Santana, BA	12° 16' S	38° 58' W
Florianópolis, SC	27° 36' S	48° 36' W
Fortaleza, CE	3° 46' S	38° 31' W
Goiânia, GO	16° 40' S	49° 15' W
Ilhéus, BA	14° 42' S	39° 00' W
Itajubá, MG	22° 30' S	45° 27' W
João Pessoa, PB	7° 07' S	34° 53' W
Joinville, SC	26° 18' S	48° 51' W
Londrina, PR	23° 19' S	51° 10' W
Macapá, AP	0° 02' N	51° 04' W
Maceió, AL	9° 40' S	35° 44' W
Manaus, AM	3° 08' S	60° 02' W
Maringá, PR	23° 26' S	51° 56' W
Natal, RN	5° 46' S	35° 12' W
Olinda, PE	8° 31' S	34° 51' W
Palmas, TO	10° 14' S	48° 21' W
Petrópolis, RJ	22° 30' S	43° 11' W
Piracicaba, SP	22° 44' S	47° 39' W
Porto Acre, AC	9° 35' S	67° 32' W
Porto Alegre, RS	30° 02' S	51° 13' W
Porto Velho, RO	8° 46' S	63° 55' W
Recife, PE	8° 11' S	34° 55' W
Ribeirão Preto, SP	21° 11' S	47° 49' W
Rio Branco, AC	9° 58' S	67° 49' W
Rio de Janeiro, RJ	22° 54' S	43° 10' W
S.J.dos Campos, SP	23° 11' S	45° 53' W
S.J.Rio Preto, SP	20° 49' S	49° 23' W
Salvador, BA	12° 56' S	38° 31' W
Santa Maria, RS	29° 41' S	53° 48' W
Santos, SP	23° 58' S	46° 20' W
São Luis, MA	2° 33' S	44° 18' W
São Paulo, SP	23° 33' S	46° 38' W
Sorocaba, SP	23° 30' S	47° 27' W
Teresina, PI	5° 05' S	42° 49' W
Vitória da Conquista, BA	14° 48' S	40° 48' W
Vitória, ES	20° 19' S	40° 19' W

Cidade	Latitude	Longitude
Amsterdam, NE	52° 22' N	4° 53' E
Athens, GR	37° 58' N	23° 43' E
Bangkok, TH	13° 45' N	100° 30' E
Barcelona, ES	41° 23' N	2° 09' E
Belfast, NI	54° 37' N	5° 56' W
Berlin, GE	52° 30' N	13° 25' E
Bogotá, CO	4° 32' N	74° 15' W
Bucharest, RO	44° 25' N	26° 07' E
Buenos Aires, AR	34° 35' S	58° 29' W
Cairo, EG	30° 02' N	31° 21' E
Calcutta, IN	22° 34' N	88° 24' E
Cape Town, SA	33° 55' S	18° 22' E
Cayenne, GF	4° 49' N	52° 18' W
Copenhagen, DE	55° 41' N	12° 03' E
Córdoba, AR	31° 28' S	64° 10' W
Dakar, SE	14° 40' N	17° 28' W
Georgetown, GU	6° 45' N	58° 15' W
Glasgow, SC	55° 50' N	4° 15' W
Guayaquil, EC	2° 10' S	79° 56' W
Hammerfest, NO	70° 38' N	23° 38' E
Havana, CU	23° 08' N	82° 23' W
Helsinki, FI	60° 10' N	25° 00' E
Hong Kong, CH	22° 20' N	114° 11' E
Kinshasa, CG	4° 18' S	15° 17' E
La Paz, BO	16° 30' S	68° 09' W
Lisboa, PT	38° 44' N	9° 09' W
London, EN	51° 32' N	0° 05' W
Madrid, ES	40° 26' N	3° 42' W
Manila, PH	14° 35' N	120° 57' E
Mexico City, MX	19° 25' N	99° 07' W
Montevideo, UR	34° 53' S	56° 10' W
Montreal, CA	45° 28' N	73° 45' W
Moscow, RU	55° 45' N	37° 36' E
Nagasaki, JP	32° 48' N	129° 57' E
Nairobi, KE	1° 25' S	36° 55' E
New Delhi, IN	28° 35' N	77° 12' E
New York, US	40° 45' N	73° 59' W
Paris, FR	48° 48' N	2° 20' E
Phnom Penh, CB	11° 33' N	104° 51' E
Port Moresby, NG	9° 25' S	147° 08' E
Reykjavik, IC	64° 04' N	21° 58' W
Roma, IT	41° 54' N	12° 27' E
Shanghai, CH	31° 12' N	121° 26' E
Singapore, SI	1° 14' N	103° 55' E
Sofia, BU	42° 42' N	23° 20' E
Sydney, AS	33° 52' S	151° 12' E
Tokio, JP	36° 40' N	139° 45' E
Vienna, AU	48° 15' N	16° 20' E
Wellington, NZ	41° 17' S	174° 47' E
Zurich, SW	47° 21' N	8° 31' E

Distâncias geodésicas

O laboratório tem por objetivo calcular as distâncias geodésicas entre uma localidade, tomada como origem, e quaisquer outras localidades no planeta Terra.

Para tanto, deve ser elaborado um primeiro programa para gravação das coordenadas geográficas de um conjunto de localidades e um segundo programa para calcular as distâncias geodésicas entre uma localidade origem e outras localidades, obtidas pela leitura do arquivo de coordenadas (modo “**lote**”) ou pelo teclado (modo “**interativo**”). Por opção do usuário, no modo “**lote**” o relatório com os resultados podem ser gravados num arquivo ou exibidos no próprio monitor.

Entrada de dados de coordenadas das localidades

Elaborar o programa **GeoGrav** em Assembly Intel para entrada dos dados:

1. Pedir o nome do arquivo para gravação de coordenadas das localidades
Se receber **<ENTER>** como resposta, encerrar o programa
2. Criar (**Create**) o arquivo de saída com o nome fornecido
3. Pedir o nome da localidade
Se receber **<ENTER>** como resposta, fechar (**Close**) o arquivo de saída e encerrar o programa
4. Pedir a latitude da localidade em graus, minutos e orientação (**N**=Norte ou **S**=Sul)
Aceitar **graus** entre **0** e **90** e **minutos** entre **0** e **59**
5. Pedir a longitude da localidade em graus, minutos e orientação (**E**=Leste ou **W**=Oeste)
Aceitar **graus** entre **0** e **180** e **minutos** entre **0** e **59**

Obs.: na ocorrência de informação inválida, emitir mensagem indicativa e voltar a pedir o dado

6. Gravar (**Write**) um registro com as coordenadas da localidade, **rigorosamente** no seguinte layout:

geoCoord	EQU	\$	
geoCoordLocal	DB	30 DUP (?)	; nome da localidade
geoCoordLatGra	DB	?	; latitude graus (0-90)
geoCoordLatMin	DB	?	; latitude minutos (0-59)
geoCoordLatOri	DB	?	; latitude orientação ('N' 'S')
geoCoordLonGra	DB	?	; longitude graus (0-180)
geoCoordLonMin	DB	?	; longitude minutos (0-59)
geoCoordLonOri	DB	?	; longitude orientação ('E' 'W')

Obs.: as informações de **orientação** devem ser gravadas com letras maiúsculas

7. Voltar ao passo 3

Exemplo de interface com usuário:

```
Prompt de Comando
Universidade Federal da Bahia                                09/05/2012 16:47:28
Departamento de Ciencia da Computacao
MAIA49 Programacao de software basico

Gravacao de coordenadas geograficas

Arquivo de coordenadas ou <ENTER> para abandonar : coord01.txt

Nome da localidade : Aracaju, SE
Latitude <graus, minutos, orientacao> : 10 55 s
Longitude <graus, minutos, orientacao> : 37 3 w

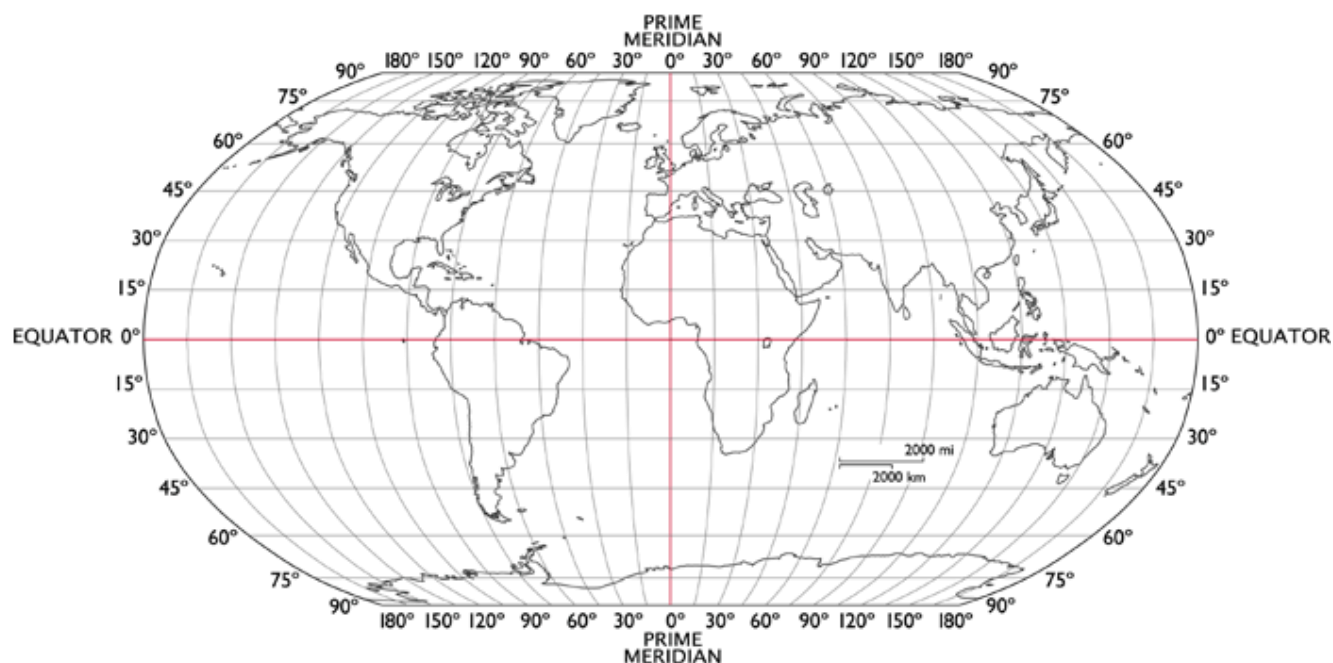
Nome da localidade : Boa Vista, RR
Latitude <graus, minutos, orientacao> : 2 49 s
Longitude <graus, minutos, orientacao> : 60 40 w

Nome da localidade : Rio de Janeiro, RJ
Latitude <graus, minutos, orientacao> : 22 54 s
Longitude <graus, minutos, orientacao> : 43 10 w

Nome da localidade : Salvador, BA
Latitude <graus, minutos, orientacao> : 12 56 s
Longitude <graus, minutos, orientacao> : 38 31 w

Nome da localidade : New York, US
Latitude <graus, minutos, orientacao> : 40 45 n
Longitude <graus, minutos, orientacao> : 73 59 w

Nome da localidade :
```



Cálculo de distâncias geodésicas

Elaborar o programa **GeoCalc** em Assembly Intel para cálculo de distâncias geodésicas:

1. Pedir os dados de uma localidade origem
 - Nome da localidade
Se receber **<ENTER>** como resposta, encerrar o programa
 - Latitude em graus, minutos e orientação (**N**=Norte ou **S**=Sul)
Aceitar **graus** entre **0** e **90** e **minutos** entre **0** e **59**
 - Longitude em graus, minutos e orientação (**E**=Leste ou **W**=Oeste)
Aceitar **graus** entre **0** e **180** e **minutos** entre **0** e **59**

Obs.: na ocorrência de informação inválida, emitir mensagem indicativa e voltar a pedir o dado

O programa deve funcionar no modo “**lote**” quando as localidades e suas coordenadas estão gravadas em um arquivo e no modo “**interativo**” quando as localidades e suas coordenadas são informadas durante o diálogo

No modo “**lote**” o relatório com os resultados podem ser gravados num arquivo ou exibidos no próprio monitor.

2. Pedir o nome de um arquivo de coordenadas (modo lote) ou o nome de uma localidade (modo interativo)
Se recebido **<ENTER>** como resposta, encerrar o programa

3. Abrir (**Open**) o arquivo de entrada com o nome fornecido no passo 2

Em caso de insucesso no **Open**, presume-se que a reposta recebida no passo 2 foi o nome de uma localidade e, nesse caso:

- Pedir a latitude da localidade em graus, minutos e orientação (**N**=Norte ou **S**=Sul)
Aceitar **graus** entre **0** e **90** e **minutos** entre **0** e **59**
- Pedir a longitude da localidade em graus, minutos e orientação (**E**=Leste ou **W**=Oeste)
Aceitar **graus** entre **0** e **180** e **minutos** entre **0** e **59**

Obs.: na ocorrência de informação inválida, emitir mensagem indicativa e voltar a pedir o dado

Em caso de sucesso do **Open**, a reposta recebida no passo 2 foi o nome de um arquivo com coordenadas (modo lote) e, nesse caso:

- Pedir o nome de um arquivo para gravação do relatório

Se recebido **<ENTER>** como resposta, o relatório deve ser exibido no próprio monitor e, nesse caso, seguir para o passo 4

Caso contrário, foi escolhida a opção de gravação do relatório em arquivo e, nesse caso, criar (**Create**) o arquivo com o nome fornecido

4. Emitir cabeçalho com a legenda das informações que serão apresentadas

5. Apresentar as informações da localidade origem:
 - Nome da localidade
 - Latitude (graus, minutos e orientação **N** ou **S**)
 - Longitude (graus, minutos e orientação **E** ou **W**)

Se a execução está no modo “**lote**” as informações descritivas de cada localidade são lidas do arquivo de coordenadas, a partir das quais a “**distância geodésica**” pode ser calculada em quilômetros, entre a localidade origem e a localidade identificada no registro lido, como apresentado na sessão **Trigonometria esférica**

Se a execução está no modo “**interativo**” o mesmo cálculo deve ser feito com base nas informações recebidas no diálogo do passo 3 ou 9

6. Para cada localidade, apresentar as seguintes informações:
 - Nome da localidade
 - Latitude (graus, minutos e orientação **N** ou **S**)
 - Longitude (graus, minutos e orientação **E** ou **W**)
 - Distância geodésica, desde a localidade origem, com quatro casas decimais
7. Se a execução está no modo “**lote**”, ler e processar o próximo registro do arquivo de coordenadas. Nesse caso, quando detectado fim de dados (**end of file**), fechar (**Close**) o arquivo de coordenadas e o de relatório, se for o caso, e seguir para o passo 9
8. Se a execução está no modo “**interativo**”, apenas seguir para o passo 9
9. Pedir dados de uma nova localidade origem ou **<ENTER>** para manter a mesma

Se receber **<ENTER>** como resposta, voltar ao passo 2

Caso contrário, foi informado o nome de uma nova localidade origem e, nesse caso, pedir e validar as suas coordenadas geográficas (latitude e longitude) e voltar ao passo 2

Exemplo de interface com usuário:

```

C:\> Prompt de Comando - GeoCalc
Universidade Federal da Bahia                               14/05/2012 16:37:49
Departamento de Ciencia da Computacao
MATA49 Programacao de software basico

Calculo de distancias geodesicas

Localidade origem ou <ENTER>=FIM                          : Salvador, BA
Latitude da origem <graus minutos orientacao>             : 12 56 s
Longitude da origem <graus minutos orientacao>             : 38 31 w

Arquivo de coordenadas ou localidade ou <ENTER>=FIM: New York, US
Latitude da localidade <graus minutos orientacao>          : 40 45 n
Longitude da localidade <graus minutos orientacao>          : 73 59 w_
  
```

```

C:\> Prompt de Comando - GeoCalc
Universidade Federal da Bahia                               14/05/2012 16:42:09
Departamento de Ciencia da Computacao
MATA49 Programacao de software basico

Calculo de distancias geodesicas

Localidade origem          Latitude      Longitude
Salvador, BA              12 56 S      38 31 W

Localidade          Latitude      Longitude      Distancia <km>
New York, US        40 45 N      73 59 W        6996.2728

Nova localidade origem ou <ENTER> para continuar          : New York, US
Latitude da origem <graus minutos orientacao>             : 40 45 n
Longitude da origem <graus minutos orientacao>             : 73 59 w

Arquivo de coordenadas ou localidade ou <ENTER>=FIM: Salvador, BA
Latitude da localidade <graus minutos orientacao>          : 12 56 s
Longitude da localidade <graus minutos orientacao>          : 38 31 w
  
```

```
Prompt de Comando - GeoCalc
Universidade Federal da Bahia 14/05/2012 16:44:18
Departamento de Ciencia da Computacao
MATA49 Programacao de software basico

Calculo de distancias geodesicas

Localidade origem Latitude Longitude
New York, US 40 45 N 73 59 W

Localidade Latitude Longitude Distancia (km)
Salvador, BA 12 56 S 38 31 W 6996,2728

Nova localidade origem ou <ENTER> para continuar : _
```

```
Prompt de Comando - GeoCalc
Universidade Federal da Bahia 14/05/2012 16:47:36
Departamento de Ciencia da Computacao
MATA49 Programacao de software basico

Calculo de distancias geodesicas

Localidade origem ou <ENTER>=FIM : Salvador, BA
Latitude da origem <graus minutos orientacao> : 12 56 s
Longitude da origem <graus minutos orientacao> : 38 31 w

Arquivo de coordenadas ou localidade ou <ENTER>=FIM: coord01.txt
Arquivo para gravar relatorio ou <ENTER> = monitor :
```

```
Prompt de Comando - GeoCalc
Universidade Federal da Bahia 14/05/2012 16:48:46
Departamento de Ciencia da Computacao
MATA49 Programacao de software basico

Calculo de distancias geodesicas

Localidade origem Latitude Longitude
Salvador, BA 12 56 S 38 31 W

Localidade Latitude Longitude Distancia (km)
Aracaju, SE 10 55 S 37 03 W 275,2151
Boa Vista, RR 2 49 S 60 40 W 2683,2745
Rio de Janeiro, RJ 22 54 S 43 10 W 1212,2016
Salvador, BA 12 56 S 38 31 W 0,0000
New York, US 40 45 N 73 59 W 6996,2728

Nova localidade origem ou <ENTER> para continuar :
```

```
Prompt de Comando - GeoCalc
Universidade Federal da Bahia 14/05/2012 16:49:40
Departamento de Ciencia da Computacao
MATA49 Programacao de software basico

Calculo de distancias geodesicas

Localidade origem ou <ENTER>=FIM : Salvador, BA
Latitude da origem <graus minutos orientacao> : 12 56 s
Longitude da origem <graus minutos orientacao> : 38 31 w

Arquivo de coordenadas ou localidade ou <ENTER>=FIM: coord01.txt
Arquivo para gravar relatorio ou <ENTER> = monitor : relat01.txt
```


Exemplo de relatório gerado no modo lote:

RELAT01 - Bloco de notas

Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda

14/05/2012 16:50:46

Universidade Federal da Bahia
Departamento de Ciencia da Computacao
MATA49 Programacao de software basico

Calculo de distancias geodesicas

Localidade origem	Latitude	Longitude	
Salvador, BA	12 56 S	38 31 W	
Localidade	Latitude	Longitude	Distancia (km)
Aracaju, SE	10 55 S	37 03 W	275,2151
Boa Vista, RR	2 49 S	60 40 W	2683,2745
Rio de Janeiro, RJ	22 54 S	43 10 W	1212,2016
Salvador, BA	12 56 S	38 31 W	0,0000
New York, US	40 45 N	73 59 W	6996,2728



O trabalho pode ser elaborado individualmente ou em equipes de dois alunos.

Enviar **apenas os fontes Assembly** até 30 de Junho de 2012 para leosiqueira@dcc.ufba.br

Como auxílio na elaboração do trabalho, estão sendo fornecidos macros, procedures e makefiles que não precisarão ser enviados de volta, a menos que tenham sofrido alterações.

Todas as procedures fornecidas estão preparadas para chamadas através da macro **XCALL**. As instruções para as chamadas estão documentadas nos próprios fontes.

Ambiente DOS (arquivo **Lab tasm.rar**)

Arquivo **Macros.mac** com as macros:

- INIPROG
- ENDPROG
- ID

Arquivo **XCall.mac** com as macros que implementam Extended Call

- XCALL
- XCALLARG
- XCALLEND

Arquivo **ScreKeyb.asm** com as PROC FAR que implementam funções de vídeo e teclado:

- ScreenClear
- ScreenWrite
- KeyboardRead

Arquivo **FileDisk.asm** com as PROC FAR que implementam funções de arquivos seqüenciais em disco:

- FileCreate
- FileOpen
- FileRead
- FileWrite
- FileClose

Arquivo **DateTime.asm** com as PROC FAR que fornecem data e hora:

- GetDateBin
- GetTimeBin
- GetDateAsc
- GetTimeAsc

Arquivo **IntNum.asm** com as PROC FAR que implementam transformações de números inteiros:

- AscToInt
- IntToAsc

Arquivo **FpuNum.asm** com as PROC FAR que implementam transformações de números reais:

- AscToFpu
- FpuToAsc

Arquivos **makefile** para montagem e ligação de programas e procedures FAR:

- makeProcs.bat
- makeGeoGrav.bat
- makeGeoCalc.bat

Arquivos com a parte inicial dos programas:

- GeoGrav.asm
- GeoCalc.asm

Ambiente Linux (arquivo **Lab nasm.rar**)

Arquivo **Macros.i** com as macros:

- xcall
- fpop
- multipush
- multipop

Arquivo **DateTime.asm** com as PROC que fornecem data e hora:

- GetDateTimeBin
- GetDateTimeAsc

Arquivo **IntNum.asm** com as PROC que implementam transformações de números inteiros:

- AscToInt
- IntToAsc

Arquivo **FpuNum.asm** com as PROC que implementam transformações de números reais:

- AscToFpu
- FpuToAsc

Arquivo **syscall.asm** com as PROC que implementam funções de teclado, monitor e arquivos em disco:

- _exit
- _read
- _write
- _ClearScreen
- _open
- _close
- _creat

Arquivo **makefile** para montagem e ligação de programas e procedures

Arquivos com a parte inicial dos programas:

- GeoGrav.asm
- GeoCalc.asm

Obs.: Os arquivos de macros e procedures para **nasm** acima foram implementados por Gilmar Santos Junior e Ivan Medeiros Monteiro, ex-alunos de MAT149 Linguagens de Montagem, entre 2004 e 2007