

# Cálculo de Transporte de Coordenadas por Trilateração

Edgar Eifler de Vasconcellos  
Capitão-Tenente

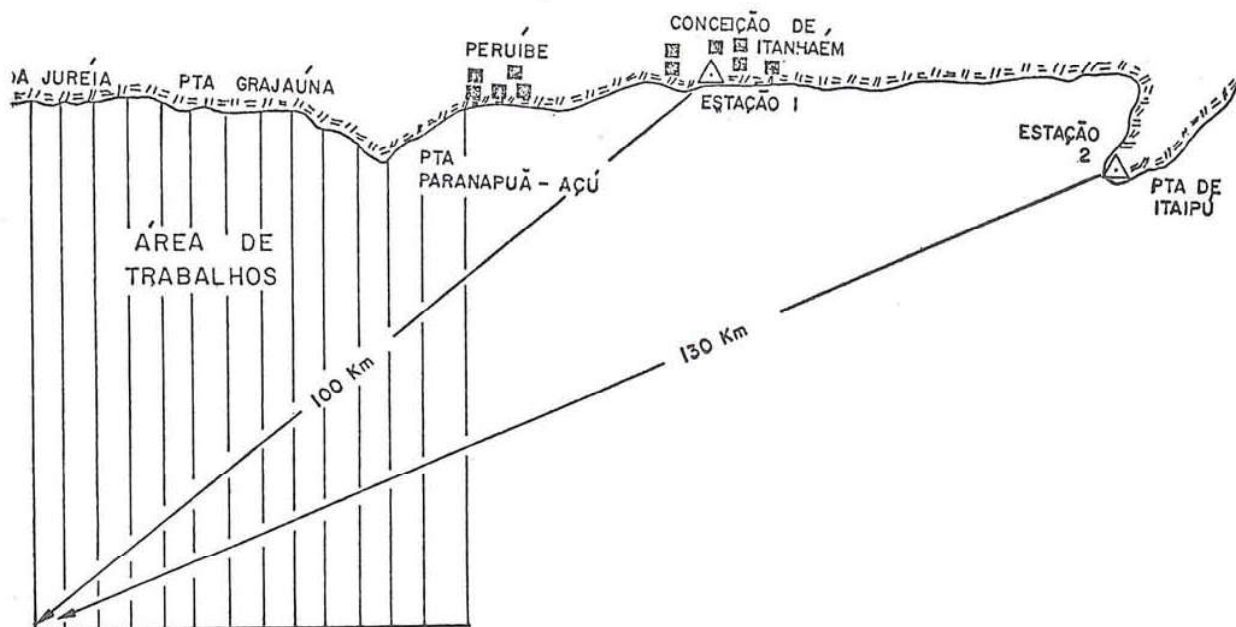
## I – Introdução

O NHi SIRIUS, ao planejar a execução das Instruções Especiais para Levantamentos Hidrográficos Nº 006/81, constatou que deveria ser dada especial atenção ao rigor na precisão do posicionamento bem como que as linhas de sondagem deveriam estar dispostas em um quase perpendicularismo com relação à linha da costa, com a finalidade de delimitar com exatidão as isóbatas.

Foi decidido que, para se conseguir o perpendicularismo exigido, em virtude de ter sido usado o sistema de posi-

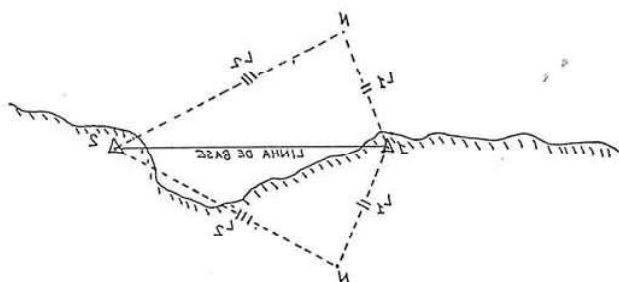
cionamento eletrônico Raydist DRS-H (circular), uma das estações deveria ficar a grande distância da área de trabalhos. Isso feito, concluiu-se pela impossibilidade do uso de métodos gráficos para a plotagem, uma vez que a distância das estações à área de trabalho (Fig. 1), da ordem de 130 Km, é a escala a ser utilizada (1:20.000), concorreriam para o traçado impreciso das circunstâncias de distância.

Optou-se, então, por um método matemático. As coordenadas das duas estações eram conhecidas e as distâncias das mesmas ao navio continuamente fornecidas pelo Raydist. Era um caso típico de trilateração.

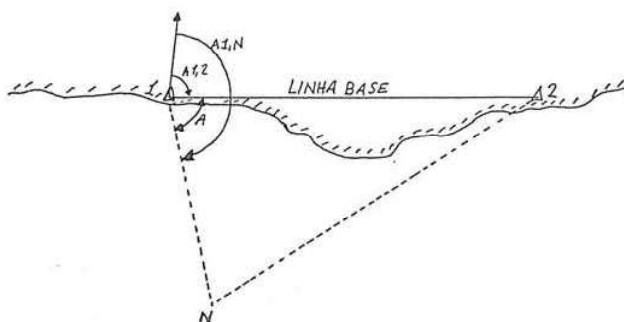


## II – Generalidades

A trilateração básica tem o inconveniente de determinar duas posições para duas distâncias, como mostra a Figura 2. Assim sendo, teríamos dois valores para as coordenadas da posição a ser calculada.



Para sanar essa ambigüidade, foi decidido direcionar um dos lados pelo cálculo do ângulo interno e, interando-o com o Azimute entre as duas estações fixas, calcular o Azimute de uma das estações para o navio (Fig. 3).



Sendo:

$A_{1,2}$  – Azimute do Ponto 1 para o Ponto 2

$A$  – Ângulo 21N

$A_{1,N}$  – Azimute do Ponto 1 para o Ponto N

## III – Seqüência do Cálculo

a) CÁLCULO DO ÂNGULO INTERNO  $A'$   
UTILIZOU-SE A FÓRMULA:

$$a^2 = b^2 + c^2 - bc \cos A \quad (\text{III.1})$$

Adaptando-se (III.1) aos valores correntes em geodésia, tem-se:

$$A' = \arccos \frac{L_1^2 + L_{1,2}^2 - L_2^2}{2 \cdot L_1 \cdot L_{1,2}} \quad (\text{III.2})$$

Onde:

$L_1$  = Lado Elipsóidico entre os Pontos 1 e N

$L_2$  = Lado Elipsóidico entre os Pontos 2 e N

$L_{1,2}$  = Lado Elipsóidico entre os Pontos 1 e 2

## b) CÁLCULO DO EXCESSO ESFÉRICO

Ao serem feitas as considerações sobre a validade do cálculo do ângulo plano e a diferença entre este e o ângulo medido na superfície da Terra, decidiu-se tentar aproximá-los somando ao ângulo plano o excesso esférico.

$$\epsilon'' = \frac{L_1 \cdot L_{1,2} \cdot \sin A'}{2 R^2 \cdot \sin 1''} \quad (\text{III.3}),$$

Sendo  $\sin 1'' = 0,000004848$

ONDE:

$\epsilon''$  = Excesso Esférico, expresso em Segundos de Grau

$R$  = Raio Médio de Curvatura

$$R^2 = M \cdot N = \frac{a^2 (1 - e^2)}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^2} \quad (\text{III.4}), \text{ em que}$$

$M$  = Raio de Curvatura da Seção Mediana

$N$  = Raio de Curvatura da Seção Normal

$a$  = Raio Equatorial do Elipsóide a ser referido

$e$  = Excentricidade

Obs.: no caso, para os valores do raio equatorial e da excentricidade, foram adotados os do Elipsóide de HAYFORD, onde

$$a = 6.378.388 \text{ m e } e^2 = 0,00672267$$

## c) CÁLCULO DO EXCESSO ESFERÓIDE

A seguir, comparando o ângulo já corrigido,  $A = A' + \frac{1}{3} \epsilon''$ , com ângulos obtidos no campo, em medições anteriores, existentes no arquivo da Divisão de Levantamentos da DHN, verificou-se que ainda havia uma pequena  
(continua na pág. 21)



# Regulamento da Ordem do Mérito Cartográfico

## CAPÍTULO I

### Dos fins da ordem

*Art. 1º* – A Ordem do Mérito Cartográfico criada de acordo com o Capítulo XII – Art. 41 dos Estatutos da Sociedade Brasileira de Cartografia e aprovada pela Assembleia Geral Extraordinária realizada em 16 e 20 de novembro de 1970, na Cidade do Rio de Janeiro, será concedida:

- a) aos cartógrafos que tenham prestado notáveis serviços à cartografia, ao país, ou se hajam distinguido no exercício de sua profissão;
- b) aos cidadãos civis ou militares, estrangeiros, que se tenham tornado credores de homenagem da Nação Brasileira e, particularmente, de sua Cartografia;
- c) a cidadãos nacionais ou estrangeiros, que hajam prestado relevantes serviços à CARTOGRAFIA BRASILEIRA em geral ou à SBC em particular.

*Parágrafo Único* – Poderão também ser agraciados com as insígnias da Ordem as entidades ou as suas bandeiras, nacionais ou estrangeiras, pela prática de ações que se credenciam ao reconhecimento da Cartografia Brasileira.

## CAPÍTULO II

### Dos graus e insígnias

*Art. 2º* – A Ordem consta dos seguintes graus:

- 1º – Grã-Cruz;
- 2º – Grande-Oficial;
- 3º – Comendador;
- 4º – Oficial;
- 5º – Cavaleiro.

*Parágrafo Único* – Todo o membro individual da Ordem ocupa um grau de sua hierarquia. As Instituições civis ou militares, ou suas bandeiras, serão nelas admitidas sem grau.

*Art. 3º* – As insígnias da Ordem são constituídas por uma cruz do modelo tradicional da Cruz de Cristo, com quatro braços iguais em esmalte azul, tendo superposta a esfera armilar em ouro, representativo central da bandeira pessoal de D. Manuel I o Venturoso, nas dimensões e demais características consignadas nas explicações e desenhos anexos. A fita é de gorgorão de seda azul, achamalhada, com orlas e frisos de cor amarelo-ouro, na forma indicada nos anexos.

*Art. 4º* – O uso das insígnias pelos militares fica sujeito às normas estabelecidas nos Regulamentos de Uniforme do Pessoal do Exército, Marinha, Aeronáutica e Forças Auxiliares.

## CAPÍTULO III

### Dos Corpos e Quadros da Ordem

*Art. 5º* – Os graduados da Ordem formam dois corpos:

- o corpo de graduados efetivos;
- o corpo de graduados especiais.

*Art. 6º* – O corpo de graduados efetivos compõe-se dos cidadãos civis ou militares integrantes do Sistema Cartográfico Brasileiro e compreende dois quadros:

- a) o *quadro ordinário* – de efetivo limitado – constituído pelos cidadãos civis ou militares em exercício profissional, na cartografia.
- b) o *quadro suplementar* – de efetivo ilimitado – tornado pelos cidadãos civis ou militares da reserva ou reformados ou aposentados.

§ 1º – Os militares da reserva, reformados ou os civis aposentados só podem ser admitidos no quadro suplementar.

§ 2º – Os civis ou militares do quadro ordinário são transferidos automaticamente para o suplementar, quando transferido para a reserva, os reformados ou aposentados.

*Art. 7º* – O corpo de graduados especiais compreende, num quadro único, todos os agraciados não pertencentes ao corpo de graduados efetivos.

*Art. 8º* – As Instituições civis ou militares, nacionais ou estrangeiras, agraciadas com as insígnias da Ordem, não integram nenhum dos seus quadros.

*Art. 9º* – O efetivo máximo do quadro ordinário do corpo de graduados efetivos é de:

Grã-Cruzes . . . . .	5
Grandes-Oficiais . . . . .	15
Comendadores . . . . .	30
Oficiais . . . . .	90
Cavaleiros . . . . .	180

§ 1º – As vagas em cada grau do quadro ordinário, abrem-se por promoção, transferência para o quadro suplementar, exclusão ou morte dos graduados daquele quadro.

§ 2º – Uma vez completado o quadro ordinário do Corpo de Graduados Efetivos, nele não podem ser admitidos novos graduados. As vagas abertas daí por diante serão preenchidas anualmente pelos candidatos, após a aprovação das respectivas propostas.

## CAPÍTULO IV

### Da Administração

*Art. 10* – O Presidente da SBC é o Grão-Mestre da Ordem, competindo-lhe, nessa qualidade, determinar todas as modificações que porventura sejam necessárias, com o “referendum” do Conselho da Ordem.

*Art. 11* – A Ordem é administrada por um Conselho composto de cinco membros, dos quais um nato, o Presi-



dente da SBC, na qualidade de Grão-Mestre, e quatro indicados entre os agraciados, de acordo com o que prescreve o parágrafo 2º deste artigo.

§ 1º — O Presidente da S.B.C. é o Grão-Mestre da Ordem e o Presidente efetivo do Conselho; e o Decano do Conselho da Ordem.

§ 2º — A nomeação dos membros não natos do Conselho deve recair de preferência entre Grandes-Oficiais do Corpo de graduados efetivos dos mais antigos da Ordem e assim sucessivamente até o grau de oficial.

§ 3º — A transferência do membro não nato do Conselho para o Quadro Suplementar do Corpo de Graduados Efetivos da Ordem importa, automaticamente, em sua exoneração daquela função.

Art. 12 — O membro nato do Conselho da Ordem elevado, mediante portaria, ao grau de Grande-Oficial, salvo se nesse grau ou em superior já figurar nos Quadros da Ordem.

Art. 13 — O Conselho dispõe de uma Secretaria, cujo Chefe, com a designação de Secretário do Conselho é o Secretário da Sociedade Brasileira de Cartografia.

Art. 14 — A Secretaria é um órgão anexo ao Gabinete do Presidente da S.B.C. e funciona em dependência própria da sede da S.B.C.

Art. 15 — Incumbe ao Conselho:

- Modificar o presente regulamento mediante proposta do Grão-Mestre;
- Julgar em sessão plena as propostas de admissão à Ordem ou de promoção dos seus graduados aceitando-as ou recusando-as;
- Resolver sobre a exclusão do graduado ou Instituição que se tornar possível dessa pena;
- Velar pelo prestígio da Ordem e decidir sobre os assuntos de seu interesse.

Art. 16 — Incumbe à Secretaria:

- Organizar, no mês de Junho de cada exercício, o relatório dos trabalhos do Conselho dos doze meses precedentes, consignando, especialmente, o número de condecorações concedidas e respectivos graus, as transferências de quadros, as vagas existentes e as despesas da Ordem;
- preparar e expedir a correspondência do Conselho e receber a que lhe for destinada;
- organizar, manter em ordem e em dia e ter sob a sua guarda o arquivo do Conselho;
- organizar e manter em dia os registros da Ordem;
- elaborar o Almanaque da Ordem;
- promover a aquisição das Medalhas e Insígnias e providenciar a sua guarda, conservação, distribuição e descarga;
- convocar o Conselho, mediante ordem do Presidente efetivo, bem como preparar as sessões e todo o expediente;
- transcrever em livro próprio as atas das sessões do Conselho;
- providenciar o preparo dos diplomas da Ordem;
- preparar, em ligação com os organismos competentes

as cerimônias de distribuição das Medalhas e Insígnias da Ordem aos agraciados e promovidos, quando tais cerimônias forem presididas pelo Grão-Mestre ou pelo Chanceler da Ordem;

Art. 17 — Ao Presidente efetivo e Grão-Mestre da Ordem compete especialmente:

- presidir as sessões do Conselho;
- decidir “ad-referendum” do Conselho, em caso de urgência, sobre assuntos concernentes à Ordem;
- assinar os diplomas da Ordem.

Parágrafo Único — Nos seus impedimentos, o Presidente efetivo é substituído pelo Chanceler da Ordem.

Art. 18 — Ao Secretário, responsável perante o Presidente compete:

- dirigir os trabalhos da Secretaria;
- secretariar as sessões do Conselho e redigir as respectivas atas;
- preparar o Boletim da Ordem para ser lido nas solenidades de entrega das condecorações, presididas pelo Grão-Mestre ou pelo Chanceler da Ordem;
- providenciar sobre tudo o que diz respeito à manutenção da Ordem;
- comunicar-se com as Secretarias das Ordens nacionais congêneres.

Art. 19 — A Secretaria executará as tarefas que lhes forem atribuídas pelo Chanceler.

Art. 20 — A Secretaria funciona nas horas do expediente da Sociedade Brasileira de Cartografia.

## CAPÍTULO V

### Da admissão à Ordem e das promoções

Art. 21 — A admissão à Ordem e o acesso em sua escala, além dos requisitos estabelecidos neste Regulamento, dependem do voto do Conselho da Ordem.

Art. 22 — As nomeações para a Ordem e as promoções de seus graduados são feitas por portaria do Presidente da S.B.C., referendada pelo Chanceler.

Art. 23 — As propostas de admissão ou de promoção, apresentadas ao Conselho são formuladas por qualquer dos membros do corpo de graduados efetivos.

Parágrafo Único — São privativas dos membros do Conselho as propostas de admissão e as de promoção relativas a concessão de Insígnias, a Instituições nacionais e estrangeiras.

Art. 24 — O ingresso no Quadro Ordinário do Corpo de Graduados Efetivos é feito em princípio no grau de “Cavaleiro”.

Parágrafo Único — O ingresso no Quadro Ordinário ou Suplementar do Corpo de Graduados Efetivos poderá ser em qualquer grau, conforme resolução do Conselho.

§ 2º — Os graus da Ordem são independentes dos postos que os civis e militares ocupam na escala hierárquica ou profissional.

Art. 25 — Quando transferido de quadro, o graduado conserva o seu grau.



*Art. 26* – A admissão do Corpo de Graduados Especiais faz-se em qualquer grau a juízo do Conselho. Em princípio, porém, aos Chefes de Estado e Generalíssimos concede-se o grau de Grã-Cruz, aos civis e Militares em função de Ministro de Estado ou equivalente; quando de posto equivalente ao mínimo a General-de-Divisão ou Diretor-Geral, o grau de Grande-Oficial; aos demais militares e civis em função da direção, o de Comendador; aos oficiais superiores e civis em cargos de destaque, o de Oficial; aos civis e militares restantes, o de Cavaleiro.

*Art. 27* – O acesso na escala da Ordem é gradual para o Quadro Ordinário do Corpo de Graduados Efetivos.

*Parágrafo Único* – O cidadão investido no cargo de Presidente da República, exceto nos casos de interinidade, passa automaticamente a categoria de Grã-Cruz.

*Art. 28* – As propostas de admissão ou de promoção relativas ao Corpo de Graduados Efetivos devem ser feitas entre 1º de janeiro e 1º de março, e dar entrada na Secretaria do Conselho até 5 de abril, para os trabalhos preliminares da Secretaria e julgamento dos Membros do Conselho, os quais, para tanto, realizarão uma ou mais reuniões no decorrer do mês de abril.

*Parágrafo Único* – Não serão objeto de julgamento as propostas entradas na Secretaria depois de 5 de abril.

*Art. 29* – As propostas devem ser feitas e justificadas por escrito de acordo com o modelo constante do anexo deste Regulamento.

*Parágrafo Único* – O número de nomes a propor, em cada ano, é ilimitado para os membros do Conselho da Ordem.

*Art. 30* – O julgamento das propostas é feito em sessão ordinária do Conselho da Ordem e as decisões tomadas pelo voto da maioria dos membros presente.

*Parágrafo Único* – Cada membro do Conselho da Ordem tem direito a um voto.

*Art. 31* – Para ser admitido no Corpo de graduados efetivos da Ordem, deve o candidato ter no mínimo 5 anos de bons e efetivos serviços na cartografia, efetivamente comprovados e, ou preencher uma das seguintes condições:

- a) distinguir-se no âmbito da classe ou entre os seus pares, pelo valor pessoal e pelo zelo profissional;
- b) ter prestado à Cartografia ou à nação, serviço de relevância ou qualquer domínio: científico, técnico, político-militar, econômico, diplomático.

*Art. 32* – O candidato proposto sob o fundamento da alínea “a” do artigo anterior deve ser apreciado pelo Conselho sob os aspectos moral e profissional, de sorte que só venha a ser votado o que realmente tenha destacado na classe, ou entre os seus pares, pelo procedimento exemplar, como Cartógrafo e como cidadão; pelo devotamento à profissão e, especialmente, ao exercício de suas funções; pelo remarcado relevo e rendimento que tenha imprimido as suas atividades ou pela produção de trabalho altamente meritório, fruto de engenho, estudos, tenacidade e inteligência.

§ 1º – O valor pessoal é apreciado sob os aspectos:

- a) moral – virtudes do candidato, atitudes e procedimentos na vida privada, na pública e na profissional;
- b) competência profissional, relativa ao seu posto ou função;
- c) rendimento e qualidade do seu trabalho nos encargos e missões que houver desempenhado.

§ 2º – O zelo profissional é observado no decurso da atividade funcional do candidato e manifesta-se no devotamento à profissão, na assiduidade, pontualidade, iniciativa, vontade forte no cumprimento dos deveres e na correção de atitudes em todas as circunstâncias.

*Art. 33* – Consideram-se serviços de relevância à cartografia aqueles de que resultem benefícios reais e notórios para o prestígio ou a eficiência desta.

*Art. 34* – A condecoração concedida a civis ou militares estrangeiros constitui homenagem tributada aos que por suas atitudes e obras se tornem credores do reconhecimento da cartografia brasileira. Em princípio só são admitidos na Ordem os que tenham prestado reais serviços à Cartografia ou que por ela tenham demonstrado efetiva simpatia e estima.

*Art. 35* – As condecorações da Ordem são conferidas a cidadãos brasileiros estrangeiros à cartografia, quando, pela benemerência dos seus serviços àquela ciência e suas instituições, se imponham no seu reconhecimento.

*Art. 36* – As Instituições Civis e Militares nacionais são admitidas à Ordem quando se destaquem por sua tradição de eficiência ou por ações de inestimável valor à Cartografia.

*Art. 37* – Às instituições estrangeiras excepcionalmente são conferidas as insígnias da Ordem, seja como homenagem especial da Cartografia, seja a título de retribuição pelos serviços de relevância que lhe hajam prestado.

*Art. 38* – Para ser promovido na Ordem, é preciso que o graduado tenha dois anos, pelo menos, no grau anterior e se recomende por novos e assinalados serviços.

*Parágrafo Único* – É dispensada a exigência de interstício mínimo para a promoção ao graduado que se tenha distinguido por ato de excepcional relevância.

## CAPÍTULO VI

### Da Exclusão da Ordem

*Art. 39* – São excluídas da Ordem:

- a) os condecorados nacionais que, nos termos da Constituição, tenham perdido a nacionalidade;
- b) os graduados, nacionais ou estrangeiros, condenados pela justiça brasileira, em qualquer foro, por crime contra a integridade e a soberania nacionais, ou atentado contra o erário público, as instituições e a sociedade;
- c) os que recusarem a nomeação ou promoção, ou devolverem as insígnias que lhes hajam sido conferidas;

§ 1º – As exclusões são feitas mediante decisão do Conselho da Ordem, encaminhada ao Presidente da S.B.C., para lavratura da Portaria de Exoneração.



§ 2º — A exclusão de Instituições só pode ser proposta ao Presidente da S.B.C., quando a unanimidade dos membros do Conselho a tenha votado.

## CAPÍTULO VII

### Das sessões do Conselho

*Art. 40* — O Conselho da Ordem realiza, ordinariamente, uma sessão no mês de abril, compreendendo uma ou mais reuniões, para o exame e julgamento das propostas de admissão ao Corpo de Graduados Efetivos da Ordem ou de promoção de seus graduados e para a consideração de quaisquer outros assuntos que exijam o pronunciamento do Conselho.

*Art. 41* — O Conselho pode reunir-se em sessão extraordinária em qualquer época, por convocação, do Presidente, para tratar de questões de relevante interesse da Ordem.

*Art. 42* — As sessões que têm caráter secreto, só podem realizar-se com a presença da maioria dos membros do Conselho.

*Art. 43* — O Grão-Mestre pode fazer-se representar em qualquer sessão pelo membro mais graduado do Conselho.

## CAPÍTULO VIII

### Diplomas e Condecorações

*Art. 44* — Publicado na Seção competente da Revista Brasileira de Cartografia a portaria de nomeação ou de promoção, o Presidente da S.B.C. manda expedir o competente diploma.

§ 1º — Os diplomas — como as condecorações — são conferidos sem despesa alguma para o agraciado e entregues mediante recibo:

- Na sede da S.B.C. ou nas sessões solenes de encerramento dos Congressos Brasileiros ou Internacionais de Cartografia, em solenidade dos órgãos que compõem o sistema.
- No estrangeiro, na sede das Embaixadas, Legações, Consulados ou Sociedades Congêneres.

§ 2º — Quando agraciados cidadãos brasileiros que se encontrem em missão no estrangeiro, as condecorações e diplomas serão remetidos por intermédio da Secretaria da S.B.C.

Quando se tratar de cidadãos estrangeiros, que não se encontrem no Brasil, serão os diplomas e as condecorações enviados por intermédio da S.B.C., através da Sociedade local correspondente.

§ 3º — Findo o prazo de seis meses para a entrega dos diplomas, o interessado que, por qualquer motivo, não tiver recebido o que lhe foi destinado, se não quiser perder o direito à condecoração concedida, deve solicitá-lo em requerimento dirigido ao Grão-Mestre da Ordem.

*Art. 45* — A entrega oficial das condecorações aos agraciados civis e militares brasileiros efetua-se no último dia

do Congresso Brasileiro de Cartografia, instituições que compõem o Sistema Cartográfico Nacional.

— No estrangeiro — na sede das Sociedades correspondentes.

§ 1º — Nas solenidades presididas pelo Grão-Mestre ou pelo Chanceler da Ordem, as condecorações serão entregues:

- por uma daquelas duas autoridades: aos Grã-Cruzes, Grandes-Oficiais e às Bandeiras ou Corporações;
- pelos demais membros do Conselho dos mais graduados da Ordem: aos Comendadores, Oficiais e Cavaleiros.

*Art. 46* — A entrega das condecorações a estrangeiros que se encontrem no Brasil é feita com solenidade, em cerimônia especial, conforme decisão do Grão-Mestre.

*Art. 47* — No estrangeiro, a entrega das condecorações é feita pelo Presidente da Sociedade local correspondente ou pela maior autoridade presente à solenidade.

*Art. 48* — Os graduados brasileiros, quando promovidos, devem restituir à Secretaria da Ordem as insígnias de grau anterior.

## CAPÍTULO IX

### Das disposições Transitórias

*Art. 49* — O Conselho Deliberativo da SBC funcionará como Conselho da Ordem até que este esteja devidamente constituído conforme determina o artigo 11 parágrafo 1, 2, 3.

*Art. 50* — Na vigência do disposto no artigo 49, e na inexistência do corpo de graduados efetivos, é privativo do Presidente da S.B.C. a indicação dos nomes dos agraciados, bem como da determinação da hierarquia dos agraciados.

### ANEXO:

#### ORDEM DO MÉRITO CARTOGRÁFICO

Proposta de . . . . .  
(admissão ou promoção)

- I — Nome do candidato . . . . .
- II — Grau que tem na Ordem . . . . .
- III — Dados biográficos:
  - a) Nacionalidade . . . . .
  - b) Data do nascimento . . . . .
  - c) Profissão . . . . .
  - d) Posto ou graduação . . . . .
  - e) Condecorações já recebidas . . . . .
  - f) Outros dados . . . . .
- IV — Tempo de serviço: . . . . .
- V — Valor pessoal e zelo profissional . . . . .
- VI — Serviço de relevância que recomendam o candidato:
- VII — Feitos especiais . . . . .
- VIII — Conceito geral do proponente sobre o candidato . .

(continuação da pág. 16)

na diferença, denominada EXCESSO ESFERÓIDE, que é obtido pela fórmula:

$$\epsilon''_{\text{esferóide}} = \frac{\epsilon''}{3} \frac{(1 + 7L_1^2 + 7L_{1,2}^2 + L_2^2)}{120 R^2} \quad (\text{III.5})$$

#### d) CÁLCULO DO ÂNGULO $\hat{A}$ (esferóide)

Pode-se agora obter o valor de  $\hat{A}$

$$\hat{A} = A' + \epsilon''_{\text{esferóide}} \quad (\text{III.6})$$

Deste modo, de posse do ângulo  $\hat{A}$ , faz-se um transporte de coordenadas do ponto 1 para o ponto N.

#### e) CÁLCULO DAS COORDENADAS DO PONTO N

$$A_{1,N} = a_{1,2} \pm \hat{A} + \Psi_{1,2} \quad (\text{III.7}),$$

$$a_{1,2} = \arctg \frac{\Delta E}{\Delta N} \quad (\text{III.8}), \text{ e}$$

$$\Psi_{1,2} = \Delta N \cdot [2(E_1 - 500.000) + (E_2 - 500.000)].$$

$$\text{XVIII} \cdot 6,8755 \cdot 10^{-8} \quad (\text{III.9}),$$

onde:

$a_{1,2}$  = Azimute Plano do Ponto 1 para o Ponto 2

$\Psi_{1,2}$  = Redução Angular do Ponto 1 para o Ponto 2

$$\Delta E = E_2 - E_1$$

$$\Delta N = N_2 - N_1$$

$$\Psi_{1,N} = [2(E_1 - 500.000) + (E_1 + L_1 \text{ sen } A_{1,N})].$$

$$\Delta N_1 \cdot \text{XVIII} \cdot 6,8755 \cdot 10^{-8} \quad (\text{III.10})$$

em que

$\Psi_{1,N}$  = Redução Angular do Ponto 1 para o Ponto N

$$\text{XVIII} = \frac{1}{2R^2} \cdot \frac{1}{K_0^2} \cdot 10^{12}$$

$$\Delta N_1 = L_1 \cos A_{1,N}$$

$$K = K_0 [1 + \text{XVIII} \frac{(q_1^2 + q_1 q_2 + q_2^2)}{3} + 0,00003 \cdot$$

$$\frac{(q_1^2 + q_1 q_2 + q_2^2)}{3}] \quad (\text{III.11}),$$

em que

$K$  = Redução Linear

$$K_0 = 1 - \frac{1}{2500} = 0,9996$$

$$q_1 = (E_1 - 500.000) \cdot 10^{-6}$$

$$q_2 = (E_1 + L_1 \text{ sen } A_{1,N}) \cdot 10^{-6}$$

$A_{1,N}$  = Azimute Geodésico Projetado do Ponto 1 para o Ponto N

$$a_{1,N} = A_{1,N} - \Psi_{1,N} \quad (\text{III.12}), \text{ onde}$$

$a_{1,N}$  = Azimute Plano do Ponto 1 para o Ponto N

e, finalmente:

$$E_N = E_1 + KL_1 \text{ sen } a_{1,N} \quad (\text{III.13}) \text{ e}$$

$$N_N = N_1 + KL_1 \cos a_{1,N} \quad (\text{III.14})$$

#### IV – Programa para Posicionamento

Como se pode verificar, o cálculo é extenso e, como a quantidade de pontos a serem calculados durante as sondagens é muito grande, a comissão se utilizou de um programa para máquinas de calcular tipo HEWLETT-PACKARD 97 que a seguir é descrito:

##### a) MEMÓRIAS

PRINCIPAIS		SECUNDÁRIAS
A – 500.000	0 – x x x	0 – $6,8755 \times 10^{-8}$
B – x x x	1 – x x x	1 – 0,00003
C – x x x	2 – $N_2$	2 – 206264,8062
D – x x x	3 – $E_2$	3 – 0,9996
E – $10^6$	4 – $N_1$	4 – 6378388
I – x x x	5 – $E_1$	5 – $\Psi_{1,2}$
	6 – $L_{1,2}$	6 – 0,00672267
	7 – XVIII	7 – x x x
	8 – $A_{1,2}$	8 – x x x
	9 – x x x	9 – $\varphi_m$ (LATITUDE MÉDIA)

##### OBSERVAÇÕES:

1)  $A_{1,2}$  – Azimute do Ponto 1 para o Ponto 2; deve ser inserido na memória com seu valor em décimos de grau.

Nas HP, coloca-se o valor em graus, minutos e segundos, e aplica-se a tecla f HMS →.

##### EXEMPLO:

$$A_{1,2} = 219^\circ 26' 35'' \cdot 342 = 219.2635342$$

$$f \text{ HMS} \rightarrow = 219,4431506$$



Pode-se, então, inseri-lo na memória 8 principal

2)  $\Psi_{1,2}$  – Redução Angular do Ponto 1 para o Ponto 2;

Deve ser inserido em décimos de grau.

EXEMPLO:

$$\Psi_{1,2} = 3",4353 = 0,00034353$$

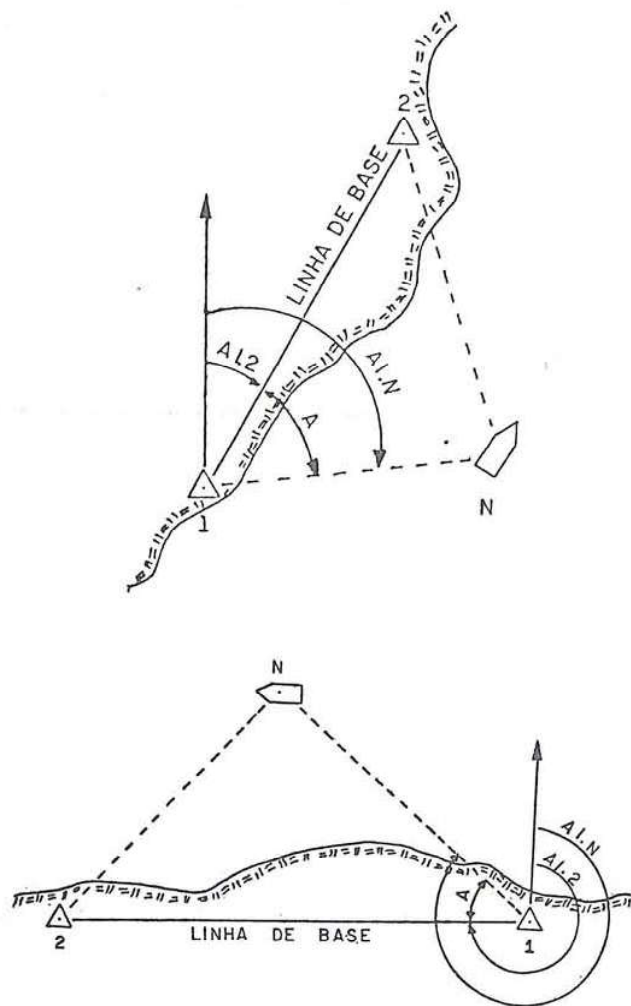
$$f_{HMS} \rightarrow = 0,000954167$$

Pode-se, então, inseri-lo na memória 5 secundária

3) O triângulo formado pelas Estações e o Navio deve satisfazer à condição

$$A_{1,n} = A_{1,2} + A$$

Portanto, deve-se ter este cuidado ao denominar os pontos 1 e 2 (Fig. 4 e 5).



4) A Rotina para utilização do programa está em anexo.

## V – Programa para Cálculo de Azimute, Lado Elipsóidico e Redução Angular

Nos parâmetros de memória do programa para posicionamento, vêm-se alguns valores a serem calculados,  $A_{1,2}$ ,  $\Psi_{1,2}$  e  $L_{1,2}$ .

Este cálculo pode ser efetuado no modelo DHN-5331: "CÁLCULO DE AZIMUTE E LADOS ELIPSÓIDICOS EM FUNÇÃO DE COORDENADAS PLANAS" (SISTEMA U. T. M.), ou pelo programa que, juntamente com a sua rotina, constitui o Anexo II.

### User Instructions

TRILATERAÇÃO		SIZE - 012 NECESSITA 1 MÓDULO OU 109 REGISTROS	
STEP	INSTRUCTIONS	INPUT DATA/UNITS	OUTPUT DATA/UNITS
1	CALCUL. TECLAS		MEQ ALPHA
2	ESCREVER L [SPACE] BASE		ALPHA
3	CALCUL. TECLA		R/S
4	E IMPRESSO: "NOME ESTACAO 1?"		
5	ESCREVER O NOME DA ESTACAO ESCOLHIDA		
6	CALCUL. TECLA		R/S
7	E IMPRESSO: "COORD N PTO 1?"		
8	ESCREVER O VALOR DA COORDENADA	N1	
9	CALCUL. TECLA		R/S
10	E IMPRESSO: "COORD E PTO 1?"		
11	ESCREVER O VALOR DA COORDENADA	E1	
12	CALCUL. TECLA		R/S
13	E IMPRESSO: "NOME ESTACAO 2?"		
14	ESCREVER O NOME DA ESTACAO ESCOLHIDA		
15	CALCUL. TECLA		R/S
16	E IMPRESSO: "COORD N PTO 2?"		
17	ESCREVER O VALOR DA COORDENADA	N2	
18	CALCUL. TECLA		R/S
19	E IMPRESSO: "COORD E PTO 2?"		
20	ESCREVER O VALOR DA COORDENADA	E2	
21	CALCUL. TECLA		R/S
22	E IMPRESSO: "LATITUDE MEDIA?"		
23	ESCREVER ESTE VALOR EM GRAUS, MINUTOS, SEGUNDOS	4N	
24	CALCUL. TECLA		R/S
25	E IMPRESSO: "AB. PLANO DE 1 P/2"	A1,2	
26	E IMPRESSO: "LADO ELIPSÓIDICO"	L1,2	
27	E IMPRESSO: "REDUÇÃO ANGULAR DE 1 P/2"	$\Psi_{1,2}$	
28	SE A LINHA BASE FOR A QUE CONTEH		
29	AS ESTACÕES 1,2 NÃO É NECESSÁRIO		
30	REPETIR AS OPERAÇÕES ACIMA		
31	CALCUL. TECLAS		REQ ALPHA
32	ESCREVER POSIÇÃO		ALPHA
33	CALCUL. TECLA		R/S
34	E IMPRESSO: "DIST. A EST. 2?"		
35	ESCREVER A DISTÂNCIA	L2	
36	CALCUL. TECLA		R/S
37	E IMPRESSO: "DIST. A EST. 1?"		
38	ESCREVER A DISTÂNCIA	L1	
39	CALCUL. TECLA		R/S
40	E IMPRESSO: "COORDENADA E"	E	
41	E IMPRESSO: "COORDENADA N"	N	
42	- OBS - SE FOREM COLOCADAS NOVAS		
43	DISTÂNCIAS A PARTIR DA LINHA BASE		
44	ORIGINAL, SÓ EXECUTAR A PARTIR DO ITEM 28		

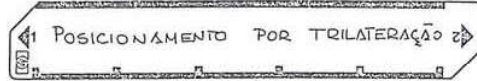
## VI – Sugestões para Modelo de Cálculo

O hidrógrafo às vezes se encontra em situações em que não é possível a medida de ângulos, quer por baixa visibilidade, quer por não conseguir distinguir o ponto a ser colimado etc.

Nesta situação, sugere-se que sejam medidas as distâncias do triângulo formado entre a origem, a estação e o pon-



## User Instructions



```

001 LBLA 21 11
002 FRTX 14
003 STOD 20 10
004 P/S 1
005 FRTX 1
006 STOD 20 10
007 F/S 14
008 1
009 20 10
010 14
011 RCL 1 20 10
012 X2 20
013 X 20
014 1
015 RCL 9 20 10
016 SIN 4
017 X2 20
018 RCL 6 20 10
019 X 20
020 1
021 X2 20
022 1
023 STOD 20 10
024 F/S 14
025 RCL 1 20 10
026 X2 20
027 RCL 6 20 10
028 X2 20
029 1
030 RCL 0 20 10
031 X2 20
032 1
033 RCL 1 20 10
034 RCL 6 20 10
035 X 20
036 2
037 X 20
038 1
039 COS 14
040 F/S 14
041 STOD 20 10
042 F/S 14
043 RCL 1 20 10
044 RCL 6 20 10
045 X 20
046 F/S 14
047 RCL 0 20 10
048 SIN 4
049 1
050 RCL 1 20 10
051 1
052 2
053 1
054 RCL 1 20 10
055 X 20
056 F/S 14
057 2
058 1
059 STOD 20 10
060 RCL 0 20 10
061 X2 20
062 RCL 1 20 10
063 X2 20
064 7
065 X 20
066 1
067 RCL 6 20 10
068 X2 20
069 7
070 X 20

```

```

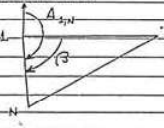
071 1
072 STOD 20 10
073 1
074 1
075 1
076 1
077 F/S 14
078 RCL 7 20 10
079 F/S 14
080 1
081 1
082 1
083 RCL 1 20 10
084 X 20
085 EXX 14
086 4
087 1
088 WMS 14 10
089 FRTX 14
090 F/S 14
091 RCL 0 20 10
092 F/S 14
093 1
094 STOD 20 10
095 FRTX 14
096 F/S 14
097 RCL 0 20 10
098 X2 20
099 P/S 14
100 RCL 5 20 10
101 P/S 14
102 STOD 20 10
103 F/S 14
104 RCL 4 20 10
105 1
106 STOD 20 10
107 RCL 1 20 10
108 RCL 9 20 10
109 SIN 4
110 X 20
111 RCL 5 20 10
112 1
113 RCL 4 20 10
114 1
115 STOD 20 10
116 RCL 5 20 10
117 1
118 X 20
119 RCL 0 20 10
120 1
121 RCL 9 20 10
122 COS 4
123 RCL 1 20 10
124 X 20
125 X 20
126 RCL 7 20 10
127 X 20
128 F/S 14
129 RCL 0 20 10
130 X 20
131 F/S 14
132 EXX 14
133 4
134 1
135 WMS 14 10
136 STOD 20 10
137 COS 14
138 RCL 9 20 10
139 1
140 STOD 20 10

```

```

141 RCL 0 20 10
142 RCL 1 20 10
143 1
144 STOD 20 10
145 RCL 0 20 10
146 RCL 1 20 10
147 1
148 STOD 20 10
149 X2 20
150 RCL 0 20 10
151 X2 20
152 1
153 RCL 0 20 10
154 RCL 1 20 10
155 X 20
156 1
157 3
158 1
159 STOD 20 10
160 RCL 7 20 10
161 X 20
162 1
163 RCL 0 20 10
164 RCL 1 20 10
165 X2 20
166 P/S 14
167 RCL 1 20 10
168 X 20
169 1
170 RCL 1 20 10
171 X 20
172 P/S 14
173 STOD 20 10
174 RCL 0 20 10
175 SIN 4
176 X 20
177 RCL 1 20 10
178 X 20
179 RCL 5 20 10
180 1
181 FRTX 14
182 RCL 0 20 10
183 COS 14
184 RCL 1 20 10
185 X 20
186 RCL 1 20 10
187 X 20
188 RCL 4 20 10
189 1
190 FRTX 14
191 P/S 14

```

STEP	INSTRUCTIONS	INPUT DATA/UNITS	KEYS	OUTPUT DATA/UNITS
1	INSERIR PROGRAMA OU PASSAR CARTÃO MAGNÉTICO LADOS 1 E 2			
2	INSERIR MEMÓRIAS			
3	COLOCAR NO VISOR DISTÂNCIA 2			
4	CALCAR TECLA		A	
5	INSERIR NO VISOR DISTÂNCIA 1			
6	CALCAR TECLA		R/S	
7	O PROGRAMA IMPRIME AS DUAS DISTÂNCIAS, EXCESSO ESFERÓIDE, ÂNGULO ESFERÓIDE DO PONTO 1 PARA O PONTO N, COORDENADA E DO PONTO N E COORDENADA N DO PTO N			
8	OBSERVAÇÕES: 			
	OS PTOS 1 E 2 DEVEM SATISFIZER A CONDIÇÃO			
	$A_{1,N} = A_{1,2} + \beta$			

As fórmulas, no modelo, ficam assim definidas:

$$\beta = \arccos \frac{L_1^2 + L_{1,2}^2 - L_2^2}{2L_1 L_{1,2}} \quad (VI.1)$$

$$R^2 = \frac{a^2 (1 - e^2)}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^2} = \frac{4,0410329 \cdot 10^{13}}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^2} \quad (VI.2)$$

$$e'' = \frac{L_1 L_{1,2} \sin \beta'}{2R^2} \cdot 206264,8062 \quad (VI.3)$$

$$e'' \text{ esferóide} = \frac{e''}{3} \frac{(1 + L_2^2 + 7L_1^2 + 7L_{1,2}^2)}{120 R^2} \quad (VI.4)$$

**OBSERVAÇÃO:** Os valores  $e''$  e  $e''$  esferóide são expressos em segundos de grau.

## VII – Posicionamento por Triliteração, utilizando-se a Calculadora Programável HP-41C

O avanço natural da eletrônica, contribui para o apare-

to a ser determinado e que se use o método descrito neste artigo para o transporte de coordenadas.

Para isso, foi composto um modelo de cálculo, bastante semelhante ao transporte de coordenadas convencional, em que as alterações são apenas o acréscimo de 5 fórmulas para propiciar o cálculo do ângulo (ver anexo).

Como este modelo foi adaptado, as instruções do modelo DHN 5332 – “TRANSPORTE DE COORDENADAS PLANAS EM FUNÇÃO DE AZIMUTES E LADOS ELIP-SÓIDICOS” (SISTEMA UTM) permanecem as mesmas com o acréscimo de:

$L_1$  = Distância entre o Ponto Guarneido e a Origem  
 $L_{1,2}$  = Distância entre o Ponto Guarneido e o Ponto a Calcular

$L_2$  = Distância entre o Ponto a Calcular e a Origem

$N_1$   
 $E_1$   
 $N_2$   
 $E_2$

001	*LBLA	21 11	061	RCL5	36 06	121	0	00
002	STO5	E2 35 00	062	RCL7	36 07	122	0	00
003	AV	-31	063	-	-45	123	0	00
004	STO5-N2	35 00	064	X>0?	16-44	124	0	00
005	AV	-31	065	STO5	22 11	125	0	00
006	STO5	E1 35 00	066	RCL5	36 15	126	STO1	35 01
007	AV	-31	067	RCL0	36 00	127	.	-52
008	STO7-N1	35 07	068	+	-55	128	0	00
009	PRTX-	-14	069	STO1	35 40	129	0	00
010	RCL5	36 00	070	STO0	22 13	130	0	00
011	PRTX-	-14	071	*LBL5	21 12	131	6	00
012	RCL6	36 06	072	RCL5	36 15	132	STO2	35 02
013	PRTX-	-14	073	3	03	133	0	00
014	RCL5	36 06	074	6	00	134	0	00
015	PRTX-	-14	075	0	00	135	0	00
016	RCL9	36 00	076	+	-55	136	0	00
017	RCL4	36 04	077	STO1	35 40	137	0	00
018	-	-40	078	*LBL0	21 13	138	0	00
019	RCL5	36 00	079	RCL1	36 40	139	STO4	35 04
020	+	-24	080	HMS	16 35	140	EEX	-10
021	STO6	35 11	081	DSP7	-53 07	141	6	00
022	RCL3	36 00	082	PRTX	-14	142	STO5	35 05
023	RCL4	36 04	083	HMS+	16 36	143	6	00
024	-	-45	084	CGS	42	144	.	-52
025	RCL5	36 00	085	RCL6	36 06	145	0	00
026	+	-24	086	RCL7	36 07	146	7	00
027	STO8	35 12	087	-	-45	147	5	00
028	RCL4	36 11	088	X>1?	-41	148	5	00
029	N2	53	089	+	-24	149	EEX	-10
030	RCL5	36 12	090	RCL0	36 13	150	8	00
031	N2	53	091	+	-24	151	CHS	-22
032	+	-55	092	ABS	16 31	152	STO0	35 00
033	RCL4	36 11	093	PRTX	-14	153	R/S	01
034	RCL8	36 12	094	RCL5	36 00			
035	X	-35	095	RCL4	36 04			
036	+	-55	096	-	-40			
037	3	03	097	2	02			
038	+	-24	098	X	-35			
039	STO8	35 12	099	RCL8	36 00			
040	RCL3	36 03	100	RCL4	36 04			
041	X	-35	101	-	-45			
042	1	01	102	+	-55			
043	+	-55	103	RCL3	36 03			
044	RCL1	36 01	104	X	-35			
045	RCL5	36 12	105	RCL0	36 14			
046	N2	53	106	X	-35			
047	X	-35	107	RCL6	36 00			
048	+	-55	108	RCL7	36 07			
049	RCL2	36 02	109	-	-45			
050	X	-35	110	X	-35			
051	STO0	35 13	111	PRTX	-14			
052	RCL8	36 00	112	R/S	51			
053	RCL9	36 00	113	R/S	51			
054	-	-45	114	R/S	51			
055	RCL5	36 00	115	*LBL5	21 15			
056	RCL7	36 07	116	1	01			
057	-	-45	117	0	00			
058	+	-24	118	0	00			
059	TAN	16 42	119	STO0	35 00			
060	STO5	35 15	120	-	-52			

cimento de novas calculadoras com maiores facilidades para programação e apresentação.

Quando o trabalho a que se refere o texto ora descrito foi executado, possuíamos a calculadora HP-97, como foi dito em itens anteriores.

Posteriormente, adquirimos um novo lançamento desta mesma linha de fabricação, o tipo HEWLETT — PACKARD 41C, que utilizando o mesmo sistema lógico (RPN) ainda

contava com maior número de memórias e o modo alfa-numérico.

O mesmo programa, e suas instruções para uso, se encontra no anexo IV a este artigo e concentra em uma só rotina os cálculos dos Anexos I e II; Azimute Plano, Lado Elipsóidico e Redução Angular, necessários às memórias do programa do Anexo II bem como o cálculo da trilateração em si.



TRANSPORTE DE COORDENADAS PLANAS POR TRIANGULAÇÃO  
EM FUNÇÃO DE LADOS ELIPSÓIDICOS

SISTEMA U.T.M.

Levantamento-Carta No. .... Navio ..... Ano .....

$P_1$ .....	$E_1$ .....	$L_1$ .....
$P_2$ .....	$N_1$ .....	$L_2$ .....
$P_3$ .....		$L_{1,2}$ .....
FIGURA	ÂNGULO PLANO	R.AIO MÉDIO DE CURVATURA
$L_1$ $L_{1,2}$ $L_2$ $2 L_1 L_{1,2}$ $L_2 = \arccos \frac{L_1 + L_{1,2}}{2}$	$L_1$ $L_{1,2}$ $L_2$ $2 L_1 L_{1,2}$ $L_2 = \arccos \frac{L_1 + L_{1,2}}{2}$	$e^2$ $\sin^2 \varphi = A$ $3^2 [1 - e^2]$ $\div R = 1 - A$ $R^2$
EXCESSO ESFÉRICO	EXCESSO ESFÉRICO	ÂNGULO CALCULADO
$L_1$ $L_{1,2}$ $\times \sin \beta'$ $\div 2 R^2$ $\times 206364,8062$ $C''$	$L_1$ $L_{1,2}$ $L_2$ $\div 120 R^2$ $\div 1 = C$	$C''$ $\div 3$ $\times C$ $\div \beta'$ $\beta$
$E_1 - 390\ 000 = E'_1$ $E'_1 + (\Delta E) = (E'_2)$ $0,000\ 001 E'_1 = q_1$ $0,000\ 001 (L'_2) = q_2$	$\alpha = 150^\circ$ $\beta$ $\alpha + \beta$ $A$ $L_{1,2}$	$A_{1,2}$ $\beta$ $\alpha$ $L_{1,2}$
$1,3(q_1^2 + q_2^2 + q_1 q_2) = q^2$ $q^4$ ** Tabela XVIII	$L$ $\sin A_{1,2}$ $(\Delta E)$	$L$ $\cos A_{1,2}$ $(\Delta N)$
REDUÇÃO LINEAR	REDUÇÕES ANGULARES	
$K = K_0 [1 + XVIII q^2 + 0,000\ 01 q^4]$ $K_0 = 0,9996$	$\phi_{1,2} = \Delta N [2E'_1 + E'_2] \cdot XVIII \cdot 6,8755 \cdot 10^{-8}$	$\phi_{2,1} = -\Delta N [E'_1 + 2E'_2] \cdot XVIII \cdot 6,8755 \cdot 10^{-8}$
$1$ $XVIII q^2$ $0,000\ 03 q^4$ Soma Soma $\times K_0 = K$	$2 E'_1 + E'_2$ $(\Delta N) \cdot XVIII$ $(\Delta N) \cdot XVIII \cdot 6,8755 \cdot 10^{-8}$ $\phi_{1,2}$	$E'_1 + 2 E'_2$ $-(\Delta N) \cdot XVIII$ $-(\Delta N) \cdot XVIII \cdot 6,8755 \cdot 10^{-8}$ $\phi_{2,1}$
COORDENADAS PLANO-RETANGULARES DE $P_2$		
$KL = 1$ $\sin \alpha_{1,2}$	$KL = 1$ $\cos \alpha_{1,2}$	
$l \sin \alpha_{1,2} = \Delta E$ $E_1$ $E_2$	$l \cos \alpha_{1,2} = \Delta N$ $N_1$ $N_2$	

\* O azimute plano  $\alpha$  e a redução angular  $\phi$  são retinidos do transporte anterior relativo ao lado contíguo  $P_1 P_2$

\*\* A expressão XVIII está tabuada para os valores de N.

DIRE:

10

Calculado por ..... Verificado por ..... Conferido por .....

### VIII – Conclusão:

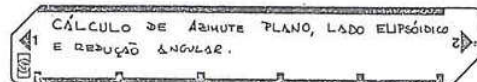
Este trabalho procurou mostrar a viabilidade do uso de métodos analíticos no posicionamento de sondagens, estabelecendo, ainda, sugestões para transporte de coordenadas.

Quando do seu emprego na plotagem e controle das sondagens, no levantamento do trecho do litoral do estado de

São Paulo pelo NHi SIRIUS, foram observadas as seguintes vantagens:

- 1 – Grande precisão
- 2 – Supressão do risco de indeterminação gráfica, reduzindo a necessidade de mudanças na localização das estações.
- 3 – Facilidade de plotagem.

## User Instructions



STEP	INSTRUCTIONS	INPUT DATA/UNITS	KEYS	OUTPUT DATA/UNITS
1	INSERIR PROGRAMA OU PASSAR CARTÃO MAGNÉTICO LADOS 1 E 2			
2	COLOCAR O VALOR XVIII (DOS TABULES AUXILIARES - MANUAL TÉCNICO) OU POR XVIII = $\frac{1}{2R^2} \cdot 10^{12}$ , NA MEMÓRIA N°3 (STD 3).			
3	CALCAR TECLA		<b>E</b>	
4	INSERIR VALOR COORDENADA N <sub>1</sub>			
5	CALCAR TECLA		<b>ENTER</b>	
6	INSERIR VALOR COORDENADA E <sub>1</sub>			
7	CALCAR TECLA		<b>ENTER</b>	
8	INSERIR VALOR COORDENADA N <sub>2</sub>			
9	CALCAR TECLA		<b>ENTER</b>	
10	INSERIR VALOR COORDENADA E <sub>2</sub>			
11	CALCAR TECLA		<b>A</b>	
12	O PROGRAMA IMPRIME N <sub>1</sub> , E <sub>1</sub> , N <sub>2</sub> , E <sub>2</sub> , AZIMUTE PLANO DO PONTO 1 PARA O PONTO 2, LADO ELIPSÓIDICO ENTRE OS PONTOS 1 E 2 E REDUÇÃO ANGULAR ENTRE OS PONTOS 1 E 2, EM SEGUNDOS DE GRAU.			

01 LBL "L BASE"	71 SCORR	141 COS	211 *	701 PPL R7	EXEMPLO ELUCIDATIVO
02 CF 20	72 -	142 PCL 69	212 PCL 24	202 *	
03 FIX 3	73 I E94	143 PCL 10	213 /	203 STD 07	OPERACAO NUMERO UN
04 RDN	74 *	144 -	214 2	204 PCL 03	
05 "HOME ESTACAO 1"	75 STD 00	145 X1Y1	215 /	205 I E06	FECLAR:
06 PRG	76 RCL 01	146 /	216 246244.2462	206 *	REP ALFHA L BASE ALFHA
07 PROMPT	77 599999	147 PCL 09	217 *	207 STD 01	NAME ESTACAO 17
08 PRG	78 /	148 /	218 3	208 RCL 05	COORD N PTO 17
09 "COORD N PTO 17"	79 I E05	149 RES	219 /	209 I E05	COORD E PTO 17
10 PRG	80 /	150 STD 02	220 STD 07	210 /	COORD N PTO 17
11 GDF	81 STD 05	151 "L. ELIPSÓIDICO"	221 PCL 09	211 STD 05	COORD E PTO 17
12 PROMPT	82 *	152 PPA	222 XCL	212 XCL	634.492.0200
13 STD 10	83 PCL 00	153 PRX	223 PCL 01	213 RCL 03	
14 PRX	84 X12	154 PCL 11	224 X12	214 X12	
15 "COORD E PTO 17"	85 RCL 09	155 599999	225 *	215 *	
16 PRG	86 X12	156 -	226 *	216 RCL 03	HOME ESTACAO 27
17 PROMPT	87 *	157 2	227 *	217 RCL 05	OPERACAO
18 STD 11	88 *	158 *	228 RCL 02	218 *	COORD N PTO 27
19 PRX	89 3	159 RCL 01	229 X12	219 *	COORD E PTO 27
20 PRG	90 /	160 599999	230 7	220 *	COORD E PTO 27
21 RCV	91 STD 00	161 -	231 *	221 *	628.149.2378
22 RCV	92 RCL 05	162 *	232 *	222 *	
23 "HOME ESTACAO 27"	93 *	163 RCL 05	233 120	223 RCL 05	LATITUDE NEP07
24 PRG	94 1	164 *	234 /	224 *	4.70080000
25 PROMPT	95 *	165 6.8755 E-03	235 RCL 04	225 *	
26 PRG	96 -	166 *	236 /	226 *	
27 "COORD N PTO 27"	97 RCL 00	167 RCL 00	237 1	227 *	
28 PRG	98 X12	168 PCL 10	238 *	228 *	
29 GDF	99 *	169 *	239 RCL 07	229 *	
30 PROMPT	100 *	170 *	240 *	230 *	
31 STD 00	101 19996	171 STD 03	241 I E04	231 *	
32 PRX	102 STD 09	172 "RED. ANG. 1/2"	242 *	232 9996	
33 "COORD E PTO 27"	103 RCL 01	173 PRX	243 RCL 05	233 *	
34 PRG	104 RCL 11	174 RCL 05	244 RCL 05	234 STD 03	
35 PROMPT	105 RCL 11	175 RCL 05	245 *	235 RCL 01	
36 STD 01	106 -	176 RCL 05	246 RCL 00	236 *	
37 PRX	107 PCL 09	177 STOP	247 *	237 RCL 07	OPERACAO NUMERO DOIS
38 RCV	108 RCL 10	178 STOP	248 I E04	238 *	FECLAR:
39 RCV	109 -	179 LBL "POSICAO"	249 I E04	239 *	REP ALFHA POSICAO ALFHA
40 "LATITUDE HED07"	110 /	180 RCL 05	250 RCL 11	240 *	
41 PRG	111 RCL 00	181 "DIST. R EST. 27"	251 1	241 *	
42 PROMPT	112 STD 00	182 PRG	252 *	242 *	
43 PRX	113 RCL 00	183 PROMPT	253 STD 07	243 PPA	DIST. R EST. 27
44 RCV	114 RCL 10	184 STD 00	254 RCL 11	244 PRX	44.630.10400
45 RCV	115 -	185 PRX	255 599999	245 RCL 03	DIST. R EST. 17
46 PRG	116 X07	186 "DIST. R EST. 17"	256 -	246 RCL 01	COORDENADA E
47 STD	117 STD 00	187 PRG	257 STD 03	247 *	615.465.9206
48 X12	118 RCL 05	188 PROMPT	258 RCL 01	248 RCL 03	COORDENADA N
49 00672267	119 STD	189 STD 01	259 RCL 07	249 COS	9.524.983.651
50 *	120 STD 00	190 PRX	260 RCL 01	250 *	
51 CHS	121 STD 00	191 X12	261 *	251 RCL 10	
52 1	122 STD 00	192 RCL 02	262 *	252 *	
53 *	123 LBL B	193 X12	263 STD 05	253 *	
54 X12	124 RCL 00	194 *	264 RCL 03	254 PRG	
55 6378300	125 369	195 RCL 00	265 2	255 PRX	
56 X12	126 *	196 X12	266 *	256 RCV	
57 99327733	127 STD 00	197 -	267 *	257 RCV	
58 *	128 LBL C	198 RCL 01	268 RCL 01	258 RCL 07	
59 X1Y1	129 369	199 RCL 02	269 COS	259 COS	
60 /	130 X1Y1	200 *	270 *	260 *	
61 STD 04	131 X1Y1	201 2	271 *	261 *	
62 2	132 STD 00	202 *	272 *	262 *	
63 *	133 X1Y1	203 *	273 RCL 06	263 *	
64 999220016	134 -	204 RCL 05	274 *	264 *	
65 *	135 LBL B	205 STD 05	275 6.8755 E-03	265 *	
66 1/X	136 "AZ. PLANO 1/2"	206 RCL 01	276 *	266 *	
67 1 E12	137 PRG	207 RCL 02	277 I E04	267 *	
68 *	138 RCL 05	208 *	278 *	268 *	
69 STD 05	139 PRX	209 RCL 05	279 RCL 05	269 *	
70 RCL 11	140 RCL 00	210 SIN	280 CHS	270 *	

4 – Eliminação do traçado das circunferências de distância.

5 – As estações podem se localizar a grande distância da área de trabalho.

### Bibliografia

- Manual de Hidrografia, Edição de 1977 – Diretoria de Hidrografia e Navegação
- Manual Técnico, Edição de 1976 – Estado-Maior do Exército
- Krukosky, Wilson Mozzato – "The Brazilian Shiran Trilateration a Preliminary Study"

### Anexos

- Programa para Máquinas Calculadoras HP-97 "Posicionamento por Trilateração";
- Programa para Máquinas Calculadoras HP-97 "Cálculo de Azimute Plano, Lado Elipsóidico e Redução Angular";
- Modelo de Cálculo "Transporte de Coordenadas Planas por Trilateração em Função de Lados Elipsóidicos"; e
- Programa para Máquinas Calculadoras HP-41C "Trilateração".