

Cálculo de Transporte de Coordenadas por Trilateração

Edgar Eifler de Vasconcellos
Capitão-Tenente

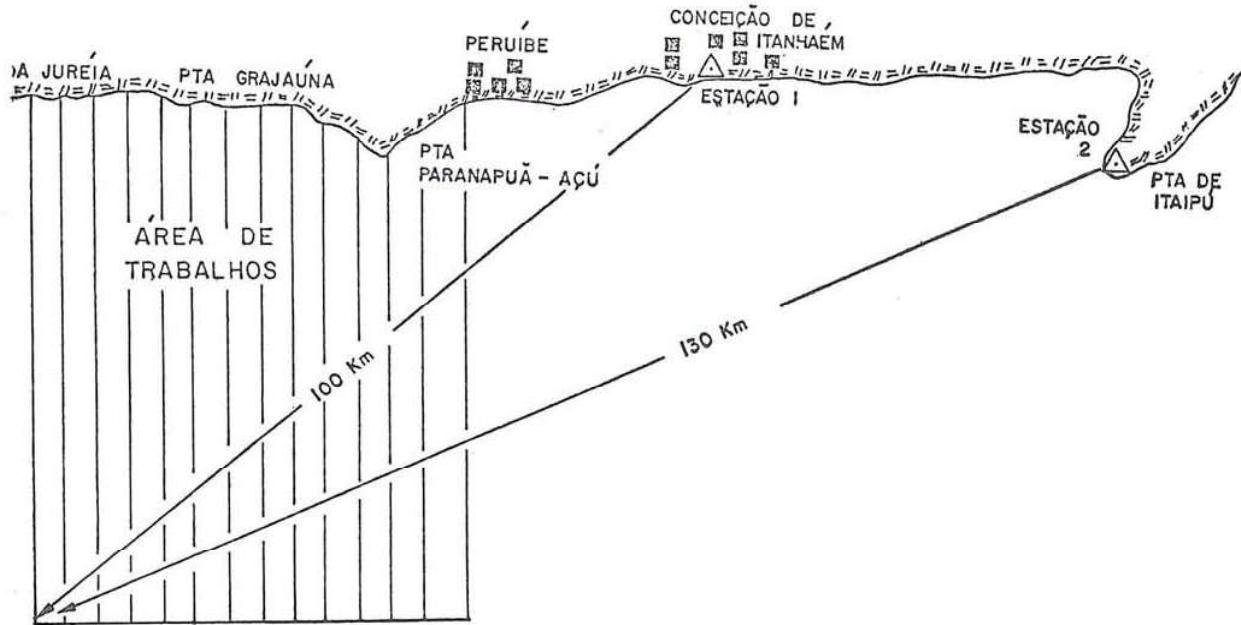
I – Introdução

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-

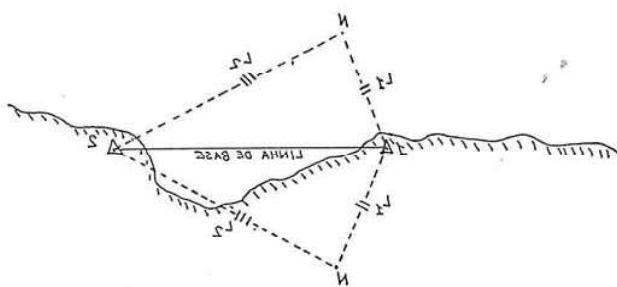
cionamento eletrônico Raydist DRS-H (circular), uma das estações deveria ficar a grande distância da área de trabalhos. Isso feito, concluiu-se pela impossibilidade do uso de métodos gráficos para a plotagem, uma vez que a distância das estações à área de trabalho (Fig. 1), da ordem de 130 Km, é a escala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

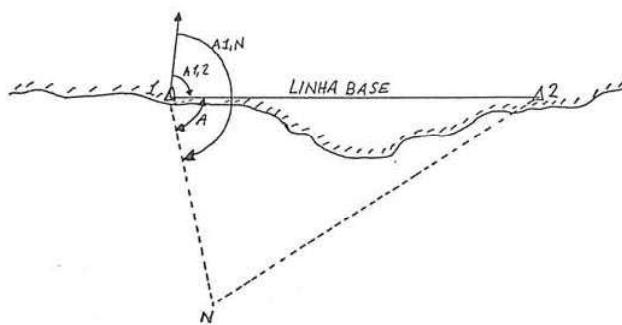


II – Generalidades

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.

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

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

ONDE:

ϵ'' = 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 Assembléia 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, achamalotada, 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 eleito, 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 presentes.

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 estranhos 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 – As 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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

em que

K = Redução Linear

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

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

$$q^2 = (E_1 + L_1 \text{ sen } A_{1,N}) \cdot 10^{-6}$$

$A_{1,N}$ = 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 – xxx	0 – $6,8755 \times 10^{-8}$
B – xxx	1 – xxx	1 – 0,00003
C – xxx	2 – N ₂	2 – 206264,8062
D – xxx	3 – E ₂	3 – 0,9996
E – 10 ⁶	4 – N ₁	4 – 6378388
I – xxx	5 – E ₁	5 – $\Psi_{1,2}$
	6 – L _{1,2}	6 – 0,00672267
	7 – XVIII	7 – xxx
	8 – A _{1,2}	8 – xxx
	9 – xxx	9 – φ _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:

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

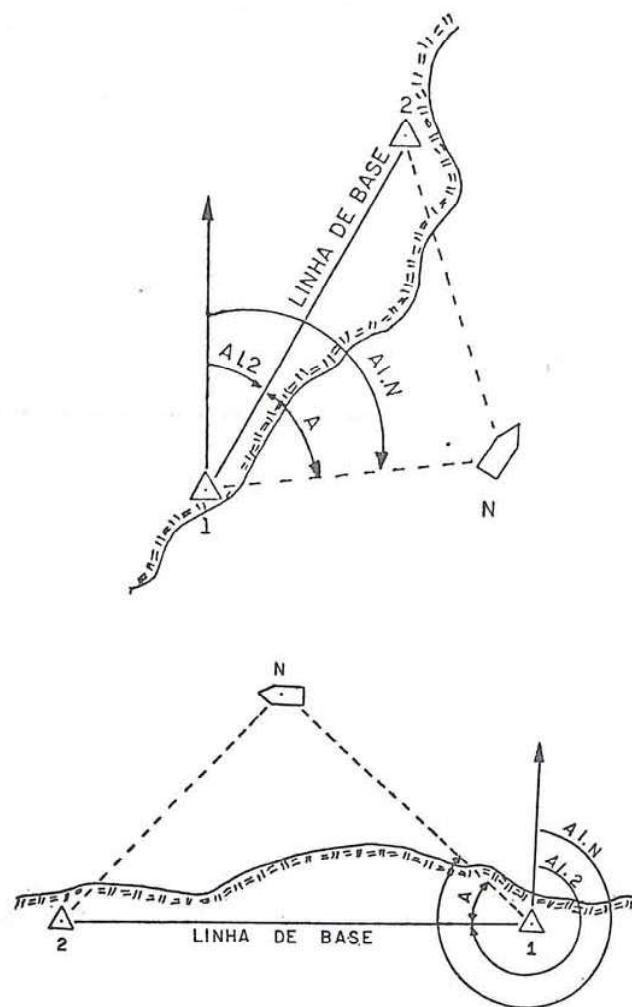
$$f \text{ HMS} \rightarrow = 0,000954167$$

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, vêem-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

SIZE - 012
NECESSITA 1 MÚLTO
OU 109 REGISTROS

STEP	INSTRUCTIONS	INPUT DATA/UNITS	KEYS	OUTPUT DATA/UNITS
1	CALCAR TECLAS		XEQ ALPHA	
2	ESCREVER L [SPACE] BASE		ALPHA	
3	CALCAR TECLA			
4	É IMPRESSO: "NOME ESTAÇÃO 1?"			
5	ESCREVER O NOME DA ESTAÇÃO 1			
6	CALCAR TECLA		R/S	
7	É IMPRESSO: "COORD N PTO 1?"			
8	ESCREVER O VALOR DA COORDENADA	N ₁		
9	CALCAR TECLA		R/S	
10	E IMPRESSO: "COORD E PTO 1?"			
11	ESCREVER O VALOR DA COORDENADA	E ₁		
12	CALCAR TECLA		R/S	
13	E IMPRESSO: "NOME ESTAÇÃO 2?"			
14	ESCREVER O NOME DA ESTAÇÃO 2	102		
15	CALCAR TECLA		R/S	
16	E IMPRESSO: "COORD N PTO 2?"			
17	ESCREVER O VALOR DA COORDENADA	N ₂		
18	CALCAR TECLA		R/S	
19	E IMPRESSO: "CCCS E PTO 2?"			
20	ESCREVER O VALOR DA COORDENADA	E ₂		
21	CALCAR TECLA		R/S	
22	E IMPRESSO: "LATITUDE MÉDIA?"			
23	ESCREVER O VALOR EM			
	GRUOS. MINUTOS SÉGUNDOS	4 ₄		
24	CALCAR TECLA		R/S	
25	É IMPRESSO: "AZ. PLANO DE 1 P/2"	A _{1,2}		
26	É IMPRESSO: "LADO ELIPSÓIDICO"	L		
27	É IMPRESSO: REDUÇÃO ANGULAR DE 3 P/2	$\Psi_{1,2}$		
-	SE A LINHA BASE FOR A QUE CONTÉM			
-	AS ESTAÇÕES 1,2 NÃO É NECESSÁRIO			
-	REPETIR AS OPERAÇÕES ACIMA			
28	CALCAR TECLAS		XEQ ALPHA	
29	ESCREVER POSIÇÃO		ALPHA	
30	CALCAR TECLA			
31	É IMPRESSO: "DIST. A EST. 2?"			
32	ESCREVER A DISTÂNCIA	L ₂		
33	CALCAR TECLA		R/S	
34	É IMPRESSO: "DIST. A EST 1?"			
35	ESCREVER A DISTÂNCIA	L ₁		
36	CALCAR TECLA		R/S	
37	É IMPRESSO: COORDENADA E	E		
38	É IMPRESSO: COORDENADA N	N		
-	OBS: SE FOREM COLOCADAS NOVAS			
-	DISTÂNCIAS A PARTIR DA LINHA BASE			
-	ORIGINAL, SÓ EXECUTAR A PARTIR DO ITEN 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

801	LSLA	21 11		871	*	22 11		141	RCLB	22 12	
802	FPTX	-1		872	S729	22 12		142	RCLB	22 12	
803	STO	28 10		873	*	22 12		143	*	22 12	
804	P/S	2		874	*	22 12		144	STOB	22 12	
805	FRTX	-1		875	*	22 12		145	RCLC	22 12	
806	STO1	22 11		876	*	22 12		146	RCLC	22 12	
807	F75	22 11		877	R2S	22 12		147	*	22 12	
808	1			878	RCL7	22 12		148	STOC	22 12	
809	RCL6	22 12		879	F21	22 12		149	X2	22 12	
810	-			880	*	22 12		150	RCLB	22 12	
811	RCL4	22 12		881	1	22 12		151	X*	22 12	
812	X2			882	*	22 12		152	*	22 12	
813	x	-22		883	x	-22		153	RCLB	22 12	
814	1			884	EEK	-22		154	RCLC	22 12	
815	RCL9	22 12		885	*	-22		155	X	-22	
816	SIN			886	4	-22		156	*	-22	
817	X2			887	*	-22		157	*	-22	
818	RCL6	22 12		888	HNS+	22 12		158	3	22 12	
819	x	-22		889	FPTX	-22		159	*	-22	
820	X2			890	F25	-22		160	STOB	22 12	
821	*	-22		891	RCLB	22 12		161	RCL7	22 12	
822	+	-22		892	F29	-22		162	x	-22	
823	STO2	22 12		893	*	-22		163	1	-22	
824	F25			894	STO4	22 12		164	*	-22	
825	RCLI	22 12		895	FPTX	-22		165	X2	-22	
826	X2			896	RCL9	22 12		166	P/S	-22	
827	RCL6	22 12		897	*	-22		167	RCL1	22 12	
828	X2			898	F21	-22		168	SIN	-22	
829	+	-22		899	RCL5	22 12		169	*	-22	
830	RCL8	22 12		900	*	-22		170	RCL3	22 12	
831	X2			901	STO5	22 12		171	x	-22	
832	-	-22		902	FCL4	22 12		172	P/S	-22	
833	RCLI	22 12		903	RCL4	22 12		173	STO1	22 12	
834	RCL6	22 12		904	*	-22		174	RCLD	22 12	
835	x	-22		905	F700	22 12		175	SIN	-22	
836	2	-22		906	RCL1	22 12		176	*	-22	
837	x	-22		907	RCL9	22 12		177	RCL4	22 12	
838	+	-22		908	F21	-22		178	x	-22	
839	COS-1	22 12		909	*	-22		179	RCL5	22 12	
840	P/S	22 12		910	*	-22		180	*	-22	
841	STO3	22 12		911	RCLS	22 12		181	*	-22	
842	F25	22 12		912	*	-22		182	RCL4	22 12	
843	RCLI	22 12		913	RCL8	22 12		183	RCLD	22 12	
844	RCL6	22 12		914	*	-22		184	RCL1	22 12	
845	x	-22		915	STO4	22 12		185	*	-22	
846	F25	22 12		916	*	-22		186	RCL1	22 12	
847	RCL8	22 12		917	*	-22		187	*	-22	
848	SIN	-22		918	X	-22		188	RCL5	22 12	
849	x	-22		919	RCLC	22 12		189	FPTX	22 12	
850	RCL7	22 12		920	*	-22		190	*	-22	
851	+	-22		921	ACL9	22 12		191	R/S	51	
852	2	-22		922	COS	41					
853	+	-22		923	RCL1	22 12					
854	RCL2	22 12		924	x	-22					
855	x	-22		925	*	-22					
856	F25	22 12		926	RCL7	22 12					
857	2	-22		927	x	-22					
858	+	-22		928	F25	22 12					
859	STO	22 12		929	RCL4	22 12					
860	RCLD	22 12		930	x	-22					
861	X2	-22		931	F25	22 12					
862	RCLI	22 12		932	EEK	-22					
863	X2	-22		933	*	-22					
864	7			934	*	-22					
865	x	-22		935	HNS+	22 12					
866	+	-22		936	STO9	22 12					
867	RCL6	22 12		937	COS	-22					
868	X2	-22		938	RCL9	22 12					
869	7	-22		939	*	-22					
870	x	-22		940	STO9	22 12					

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

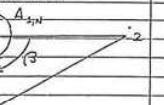
Para isso, foi composto um modelo de cálculo, bastante semelhante ao transporte de coordenadas convencional, em que as alterações são apenas o acréscimo de 5 fórmulas para propiciar o cálculo do ângulo (ver anexo).

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

L_1 = Distância entre o Ponto Guarnecido e a Origem

$L_{1,2}$ = Distância entre o Ponto Guarnecido e o Ponto a Calcular

L_2 = Distância entre o Ponto a Calcular e a Origem

STEP	INSTRUCTIONS	INPUT DATA/UNITS	KEYS	OUTPUT DATA/UNITS
1.	INSERIR PROGRAMA OU PASSAR CAR-TÃO MAGNETICO LADOS 1 E 2			
2.	INSERIR MEMÓRIAS			
3.	COLOCAR NO VIGOR DISTÂNCIA 2			
4.	CALCAR TECLA		A	
5.	INSERIR NO VISOR DISTÂNCIA 1		P/S	
6.	CALCAR TECLA			
7.	O PROGRAMA IMPRIME AS DUAS DISTÂNCIAS EXCESSO ESFERÓIDE, ÂNGULO ENTRE ESFERÓIDE DO PONTO 1 PARA O PONTO N, COORDENADA E DO PONTO N E COORDENADA N DO PONTO N			
8.	OBSERVAÇÕES: 1 2 N  OS PTOS 1 E 2 DEVEM SANTIF. ZER A CONDIÇÃO $A_{1,N} = A_{1,2} + \beta$			

As fórmulas, no modelo, ficam assim definidas:

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

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

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

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

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

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

O avanço natural da eletrônica, contribui para o apare-

N_L
 E_I
 N_R
 E_V

001	\$LBLN	21 11	061	RCL6	36 66			
002	STO2	E2 35 66	062	RCL7	36 67	121	6	66
003	X ²	-31	063	-	-45	122	6	66
004	STO2 - N1	35 66	064	X ^Y 07	16 44	123	6	66
005	R.	-31	065	GTOS	22 11	124	6	66
006	STO9	E1 35 66	066	RCL6	36 15	125	6	66
007	RV	-31	067	RCL6	36 66	126	STO1	35 61
008	STO7 - N1	35 67	068	+	-55	127	.	-61
009	PRTX -	-14	069	STO1	25 46	128	6	66
010	RCL5	36 66	070	STO2	22 16	129	6	66
011	PRTX -	-14	071	*LBL5	21 12	130	6	66
012	RCL6	36 66	072	RCL6	36 15	131	6	66
013	PRTX -	-14	073	-	66	132	STO2	35 61
014	RCL5	36 66	074	6	66	133	6	66
015	PRTX -	-14	075	6	66	134	6	66
016	RCL5	36 66	076	+	-55	135	6	66
017	RCL4	36 64	077	STO1	25 46	136	6	66
018	-	-45	078	*LBL6	21 13	137	6	66
019	RCL5	36 65	079	RCL1	36 46	138	6	66
020	+	-24	080	HMS	16 25	139	STO4	35 64
021	STO4	35 11	081	DSP7	-63 07	140	EEX	-13
022	RCL3	36 66	082	PRTX	-14	141	6	66
023	RCL4	36 64	083	HMS+	16 36	142	STO5	35 65
024	-	-45	084	COS	42	143	6	66
025	RCL5	36 65	085	RCL6	36 66	144	.	-61
026	+	-24	086	RCL7	36 67	145	8	66
027	STO8	35 12	087	-	-45	146	7	66
028	RCLn	36 11	088	X ²	-41	147	5	66
029	-	53	089	+	-24	148	5	66
030	RCL6	36 12	090	RCL6	36 13	149	EEX	-13
031	X ²	53	091	+	-24	150	8	66
032	+	-55	092	A65	16 31	151	CHS	-23
033	RCL4	36 11	093	PRTX	-14	152	STO6	35 64
034	RCLB	36 12	094	RCL5	36 65	153	R/S	51
035	X	-35	095	RCL4	36 64			
036	+	-55	096	-	-45			
037	3	63	097	2	62			
038	+	-24	098	X	-35			
039	STO8	35 12	099	RCL8	36 66			
040	RCL3	36 63	100	RCL4	36 64			
041	X	-35	101	-	-45			
042	1	81	102	4	-55			
043	+	-55	103	RCL3	36 63			
044	RCL1	36 61	104	X	-35			
045	RCL6	36 12	105	RCLD	36 14			
046	X ²	53	106	X	-35			
047	X	-35	107	RCL6	36 66			
048	+	-55	108	RCL7	36 67			
049	RCL2	36 62	109	-	-45			
050	X	-35	110	X	-35			
051	STO2	35 13	111	PRTX	-14			
052	RCL6	36 66	112	R-S	51			
053	RCL5	36 66	113	R-V	51			
054	-	-45	114	R-E	51			
055	RCL6	36 66	115	*LBL6	21 15			
056	RCL7	36 67	116	1	61			
057	-	-45	117	0	60			
058	+	-24	118	0	60			
059	TAN ⁻¹	16 43	119	STO2	35 60			
060	STO5	25 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, possuímos 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 alfanumérico.

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 TRILATERAÇÃO
EM FUNÇÃO DE LADOS ELÍPSÍDICOS

SISTEMA U.T.M.

Levantamento-Carta No. Návio Ano

P_1	$E_1 =$	$L_1 =$
P_2	$N_1 =$	$L_2 =$
P_3		$L_{31} =$
FIGURA		
	$\hat{\text{ÂNGULO PLANO}}$	$\text{RAIO MÉDIO DE CURVATURA}$
	L_{11}^2	e^2
	L_{11}^1	$\cdot \sin^2 \varphi^* = A$
	L_{12}^2	$a^2 [1 - e^2]$
	$2 L_{11} L_{12} \frac{L_{31}}{2}$	$\div B = 1 - A$
	$\varphi^* = \arcsin$	R^2
EXCESSO ESFERICO		
$L_{11} L_{12}$	$7 L_{11}^2$	ϵ^*
$\times \sin \beta'$	$7 L_{11}^1$	$\div 3$
$\div 2 R^2$	L_{12}^2	$\times C$
$\times 205264,8962$	$\div 120 R^2$	$+ \beta'$
ϵ''	$+ 1 = C$	$\frac{\beta}{\rho}$
$E_1 - 500.000 = E'_1$	$* \alpha_{11} = 150^\circ$	A_{11}
$E'_1 + (\Delta E) = (E'_2)$	$* \beta$	$- \beta_{11}$
$0.000.001 E' = \eta_1$	$* + \eta_1$	η_{11}
$0.000.001 (E'_2) = \eta_2$	A_{12}	
$1.5(\eta_1^2 + \eta_1 \eta_2 + \eta_2^2) = \eta^2$	L	L
** Tabela XVIII	seja A_{11}	res A_{11}
	(ΔE)	(ΔN)
REDUÇÃO LINEAR		
REDUÇÕES ANGULARES		
$K_s = K_s [1 + XVIII \eta^2 + 0.000.01 \eta^4]$	$\psi_{12} = \Delta N [2E'_1 + E'_2], XVIII, 6,8755,10$	$\psi_{11} = - \Delta N [E'_1 + 2E'_2], XVIII, 6,8755,10$
$K_s = 0,9999$		
1	$1.000.000.000$	
$XVIII \eta^2$	$2 E'_1 + E'_2$	$E'_1 + 2 E'_2$
$0,000.01 \eta^4$	$(\Delta N), XVIII$	$-(\Delta N), XVIII$
Soma	ψ_{12}	ψ_{11}
Soma $\times K_s = K$		
COORDENADAS PLANO-BETÂNGULARES DE P_2		
$KL = l$	$KL = l$	
$\sin \alpha_{12}$	$\cos \alpha_{12}$	
$l \sin \alpha_{12} = \Delta E$	$l \cos \alpha_{12} = \Delta N$	
E_1	N_1	
N_1	N_1	

* O azimute plano α_{11} e a refração angular ψ_{12} são retirados do transporte anterior relativo ao lado contíguo $P_1 P_3$

** A expressão XVIII está tabelada para os valores de N .

DHIN: IU 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

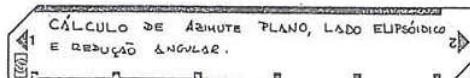
São Paulo pelo NHG SIRIUS, foram observadas as seguintes vantagens:

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 (DAS TABUAS AUXILIARES - MANUAL TÉCNICO) OU POU $XVIII = \frac{1}{2 \cdot 10^4} \cdot 10^{12}$, NA MEMÓRIA N° 3 (STD 3).			
3.	CALCAR TECLA		E	
4.	INSERIR VALOR COORDENADA N ₁			
5.	CALCAR TECLA		ENTER	
6.	INSERIR VALOR COORDENADA E ₁			
7.	CALCAR TECLA		ENTER	
8.	INSERIR VALOR COORDENADA N ₂			
9.	CALCAR TECLA		ENTER	
10.	INSERIR VALOR COORDENADA E ₂			
11.	CALCAR TECLA		A	
12.	O PROGRAMA IMPRIME N ₁ , E ₁ , N ₂ , E ₂ , ABRIRTE PLANO DO PONTO 1 PARA O PONTO 2, LADO ELÍPSÓIDICO ENTRE OS PONTOS 1 E 2 E REDUÇÃO ÁNGULAR ENTRE OS PONTOS 1 E 2, EM SEGUNDOS DE GRAU.			

4 – Eliminação do traçado das circunferências de distância.

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

Bibliografia

1. Manual de Hidrografia, Edição de 1977 – Diretoria de Hidrografia e Navegação
 2. Manual Técnico, Edição de 1976 – Estado-Maior do Exército
 3. Krukosky, Wilson Mozzato – “The Brazilian Shiran Trilateration a Preliminary Study”

	71 JCG688	141 C05	211 *	381 RPL A7	EJEMPLO ELUCIDATIVO
71 LBL "L BASE"		142 RLL 69	212 RLL 24	282 *	
72 CF 28		152 RLL 10	213 *	283 STO 87	
73 FIX 9		144 *	214 2	284 RCL 83	
74 ADV		145 -	215 *	285 E EDL	
75 *NONE ESTACAO 1*	75 STO 89	146 X11Y	286 22624.0262	286 *	
76 PRX	76 RCL 81	147 RCL 89	287 510 81		
77 PRMPT	77 -	148 -	288 3	289 RCL 85	
78 -		149 655	289 *	290 RCL 85	
79 *COORD H PTO 17*	79 1 E05	150 S10 92	290 STO 87	291 FQL 68	
80 PRX	80 STO 95	151 "L. ELIMINACION"	291 RCL 85	292 RCL 85	
81 ROFF	82 *	152 RCL 88	292 X12	293 RCL 85	
82 PRMPT	83 RCL 89	153 PRX	293 RCL 91	294 RCL 83	
84 STO 10	84 X12	154 RCL 11	295 7	294 RCL 82	
85 PRX	85 RCL 89	155 S80030	295 -	295 *	
86 *COORD E PTO 17*	86 X12	156 -	296 *	296 RCL 83	
87 PRMPT	87 *	157 2	297 *	297 RCL 85	
88 STO 11	88 *	158 1	298 RCL 82	298 *	
89 PRX	89 J	159 RCL 41	299 RCL 82	299 *	
90 ADV	90 *	160 S80030	300 7	300 3	
91 STO 08	91 STO 68	161 -	301 *	301 *	
92 RCL 86	92 *	162 *	302 *	302 STO 03	
93 *NONE ESTACAO 2*	93 *	163 RCL 85	303 128	303 RCL 85	
94 PRX	94 1	164 *	304 *	304 *	
95 PRMPT	95 *	165 6.8755 E-82	305 RCL 84	305 1	LATITUDE MEDIDA
96 RCL 88	96 -R0083	166 *	306 *	306 *	4,7000000000
97 *COORD H PTO 2*	97 RCL 88	167 RCL 80	307 RCL 83	307 *	AZ. PLANO 1/2
98 PRX	98 *	168 RCL 18	308 X12	308 1953373	L. ELIMINACION
99 PRMPT	99 *	169 -	309 08003	31.562.000000	
100 RCL 87	100 *	170 -	310 *	310 1/2	
101 STO 04	101 .9996	171 STO 49	311 E84	311 *	
102 PRX	102 *	172 "ED. RIG. 1/2"	312 44	312 .9996	RED. ANG. 1/2
103 *COORD E PTO 2*	103 STO 89	173 PPA	313 *	313 *	-10.3927301
104 RCL 81	104 RCL 81	174 PRX	314 RCL 85	314 *	
105 RCL 11	105 RCL 11	175 QDY	315 STO 83	315 *	
106 STO 01	106 -	176 QSY	316 RCL 81	316 *	
107 PRX	107 RCL 88	177 STOP	317 RCL 87	317 *	
108 ADV	108 RCL 19	178 STOP	318 RCL 89	318 31H	
109 PRX	109 *	179 RLL "POSICIMO"	319 E84	319 *	
110 *LATITUDE MEDIA?	110 *	180 RCL 88	320 RCL 11	320 *	
111 ATRN	111 DIST. R EST. 2?	181 "DIST. R EST. 2?"	321 *	321 *	
112 PRMPT	112 STO 88	182 PRX	322 *	322 "COORDENADA E"	DIST. R EST. 2?
113 PRX	113 RCL 08	183 PRMPT	323 STO 87	323 PPA	44.609.18468
114 ADV	114 RCL 18	184 RCL 86	324 RCL 11	324 PRX	DIST. R EST. 1?
115 ADV	115 -	185 PRX	325 S80080	325 RCL 83	24.412.96689
116 NR	116 X08?	186 "DIST. R EST. 1?"	326 -	326 RCL 81	COORDENADA E
117 SHI	117 G10 B	187 PRX	327 STO 83	327 *	615.469.9286
118 X12	118 RCL 66	188 PRMPT	328 RCL 81	328 RCL 82	COORDENADA N
119 .99972257	119 168	189 STO 81	329 COS	329 *	9.524.932.651
120 *	120 STO 89	190 FOX	330 SHI	330 *	
121 CHS	121 G10 C	191 X12	331 RCL 18		
122 I	122 K10 D	192 RCL 62	332 *		
123 *	123 K10 L	193 X12	333 STO 85		
124 X12	124 RCL 88	194 *	334 RCL 83		
125 6378380	125 -	195 RCL 88	335 PRX		
126 X12	126 *	196 X12	336 ADV		
127 STO 88	127 STO 88	197 *	337 AVB		
128 RCL 08	128 RCL 08	198 RCL 81	338 ENO		
129 RCL C	129 RCL C	199 RCL 82			
130 368	130 368	200 RCL 87			
131 X0Y	131 X0Y	201 *			
132 G10 D	132 G10 D	202 *			
133 X0Y	133 X0Y	203 *			
134 *	134 *	204 RCD			
135 K10 B	135 STO 85	205 STO 85	206 RCL 81		
136 RCL 1/2	206 RCL 81	207 RCL 87	207 RCL 87		
137 PRX	207 RCL 02	208 *	208 COS		
138 HRS	208 *	209 *	209 *		
139 PRX	209 RCL 05	210 *	210 *		
140 STO 86	210 RCL 88	211 SIN	211 CHS		
141 RCL 11					

Anexos

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