

Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

Método de Cálculo para a Determinação do Azimute Verdadeiro de um Alinhamento por Visada ao Sol

Clovis Carlos Carraro, Iran Carlos Corrêa

Pesquisas em Geociências, 17 (17): 255-268, jan./abr., 1985.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21701>

Publicado por

Instituto de Geociências



Portal de Periódicos UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - jan./abr., 1985.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

MÉTODO DE CÁLCULO PARA A DETERMINAÇÃO DO AZIMUTE VERDADEIRO DE UM ALINHAMENTO POR VISADA AO SOL

CLOVIS CARLOS CARRARO*
IRAN CARLOS S. CORRÊA**

SINOPSE

Foi elaborado um programa para minicalculadora no sistema AOS (Algebraic Operacional System) com a finalidade de calcular o azimute verdadeiro de um alinhado pelo método da visada ao Sol. O programa dispensa o uso das tabelas das efemérides astronômicas.

ABSTRACT

Its presented a program for minicalculator on the Algebraic Operacional System (AOS) to calculate the astronomic azimuth of a terrestrial line by solar observation. The program dispenses the use of the Ephemerides Tables.

INTRODUÇÃO

A determinação da meridiana local, definida pelo azimute verdadeiro de um alinhamento do terreno, é uma operação de importância fundamental nos trabalhos de Topografia Aplicada. Por essa razão, o problema deve ser resolvido visando-se as metas: (1) facilidade de operação (2) rapidez nos cálculos e (3) precisão dos resultados.

O método de determinação por visada ao Sol em horário conhecido é usado pela simplicidade técnica de campo e rapidez de operação. Um técnico, com experiência no manejo de teodolito, é capaz de executar cinco pares de medidas em quinze minutos, com a única exigência de que o Sol esteja à vista e que realize as operações em horário conveniente. A precisão dos resultados é compatível com a precisão do teodolito usado.

* Mestre em Sensoriamento Remoto – INPE/CNPq. Professor Titular do Departamento de Geodésia, Instituto de Geociências, UFRGS.

** Mestre em Geociências – CPGG/UFRGS. Professor Assistente do Departamento de Geodésia. Instituto de Geociências, UFRGS. Bolsista do CNPq.

– Trabalho recebido para publicação em 10 de setembro de 1984.

Pesquisas	Porto Alegre	n.17	p.255-268	1985
-----------	--------------	------	-----------	------

Os fatores que tem limitado o uso do método são (1) a exigência de tratamento das medidas angulares efetuadas no campo, (2) consulta a tabelas especiais anualmente obsoletas e (3) execução de cálculos laboriosos. Tendo em vista contornar essas limitações foi elaborado um programa para minicalculadora no sistema algébrico operacional (AOS) que realiza o tratamento das medidas de campo, dispensa completamente o uso das tabelas de efemérides astronômicas e executa a seqüência de cálculos necessários sem intervenção.

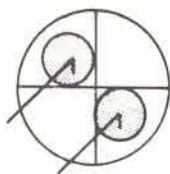
TÉCNICA DE CAMPO

As operações de campo consistem em medir o ângulo vertical e horizontal ao centro do astro e anotar o tempo exato em que o mesmo foi observado. O ângulo horizontal é referido a uma mira situada no alinhamento que se quer estabelecer o azimute verdadeiro. Devido à dificuldade de se fazer a coincidência do cruzamento dos retículos com o centro do Sol, faz-se um par de medidas em quadrantes opostos do retículo. A média das medidas angulares e da hora será o valor que se obteria fazendo-se uma única observação ao centro do Sol. Como regra geral, não se deve incluir em uma mesma média de observações realizadas com intervalo de mais de dez minutos, devido à curvatura da órbita aparente do astro.

A observação do Sol deve ser efetuada quando a altura desse for pelo menos 20° acima do horizonte e pelo menos duas horas antes ou duas horas depois do meio dia solar. O intervalo ótimo corresponde a leituras efetuadas, das 8 às 10 horas e das 15 às 17 horas, garantindo desse modo o mínimo erro. A leitura da hora deverá ter uma precisão de minuto. Pode-se observar o Sol através da luneta com o uso de filtro especial; entretanto, o método mais empregado e seguro está baseado em obter-se a imagem do Sol projetada sobre uma superfície branca situada atrás da ocular, a uma distância de mais ou menos quinze centímetros.

Para se realizar a observação, escolhe-se um quadrante do retículo no qual a imagem do Sol, em seu movimento aparente, se aproxima de uma das linhas e se afasta da outra. O disco é mantido tangente à linha para a qual se aproxima, manuseando-se o parafuso de chamada correspondente, e aguarda-se a tangência com a outra linha. No instante em que se obtiver a tangência da imagem do disco solar com os fios horizontal e vertical do retículo, far-se-á a leitura da hora e em seguida a leitura dos ângulos zenital e horizontal, da temperatura do ar e da pressão atmosférica.

MANHÃ



TARDE

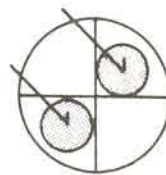


FIGURA 1 - POSIÇÃO DA IMAGEM DO SOL NO CAMPO DE VISÃO DO TEODOLITO WILD T2.

Efetua-se tantos pares de observações quanto se desejar; recomenda-se, para um bom trabalho, pelo menos cinco pares. Após cada par de observações deve-se verificar o estacionamento e a calagem do teodolito, ajustando se necessário.

TRATAMENTO DE DADOS

O tratamento dos dados, feito pelo próprio programa, visa executar as médias dos pares de observações e introduzir as correções necessárias: (1) instrumental, (2) de paralaxe e (3) de refração do ar.

A correção instrumental é aplicada ao valor médio do ângulo zenital de cada par de leituras; é obtida pela expressão:

$$C_i = \frac{180^\circ - Z_d + Z_i}{2}$$

na qual os ângulos zenitais na posição direta (Z_d) e na posição inversa (Z_i) do instrumento são obtidos visando um ponto fixo distante e bem definido. Para maior precisão e segurança, usa-se o valor médio de uma série de pelo menos seis observações.

A correção de paralaxe é obtida pela expressão:

$$C_p = - 8,8'' \text{ sen } Z$$

Corresponde ao desvio que ocorre na medida do ângulo zenital por serem as observações topocêntricas e não geocêntricas. A correção da paralaxe é acrescida ao ângulo zenital médio de cada par de observações.

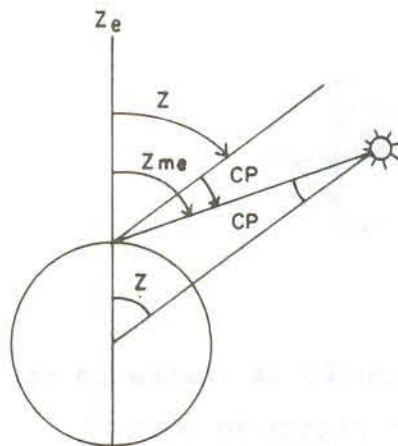


FIGURA 2 - CORREÇÃO DA PARALAXE DIURNA

A correção de refração atmosférica corresponde ao desvio sofrido pelo feixe luminoso ao atravessar camadas atmosféricas de diferentes densidades. À temperatura de 0°C do ar e à pressão atmosférica de 760mm Hg, a correção da refração do ar é calculada pela expressão empírica:

$$C_{Rm} = 60,08'' \operatorname{tg} Z - 0,067'' \operatorname{tg}^3 Z$$

Nas condições ambientais de temperatura do ar (T) e de pressão atmosférica (P), a correção passa a ser:

$$C_R = C_{Rm} \left(\frac{P}{760} \cdot \frac{1}{1 + 0,00384 T} \right)$$

sendo P em mm Hg e T em graus centígrados. A correção da refração é acrescida ao ângulo zenital.

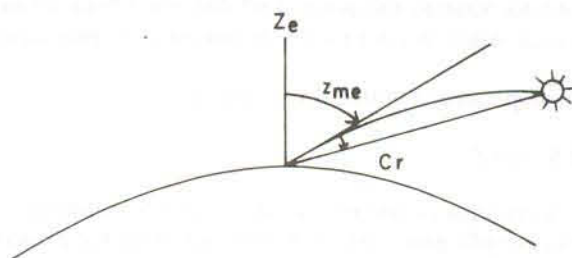


FIGURA 3 - CORREÇÃO DA REFRAÇÃO DO AR

CÁLCULO DO AZIMUTE DO SOL

A expressão para o cálculo do azimute do Sol no instante da medida derivada do triângulo de posição, cujos vértices são: o astro (A), o zênito local (Z_e) e o pólo elevado (S).

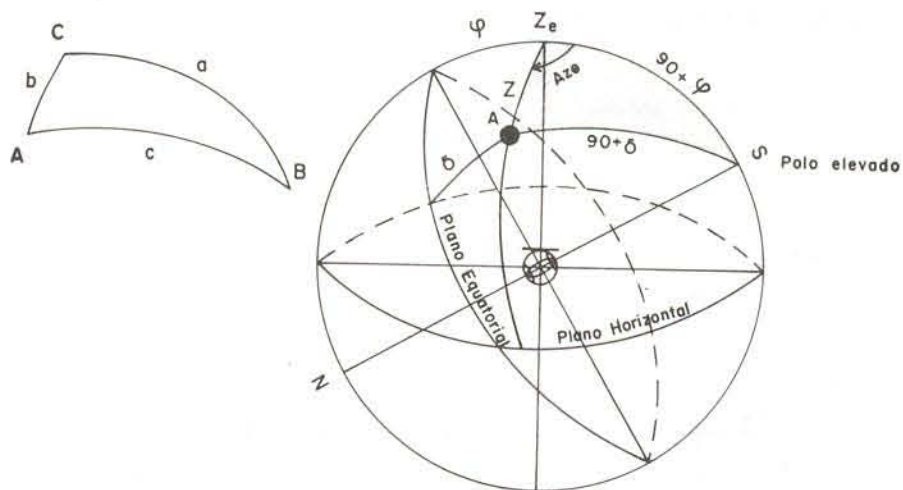


FIGURA 4 - O TRIÂNGULO DE POSIÇÃO

$$\begin{aligned} \cos c &= \cos a \cos b + \operatorname{sen} a \operatorname{sen} b \cos C \\ \cos (90 + \delta) &= \cos (90 + \phi) \cos Z + \operatorname{sen} (90 + \phi) \operatorname{sen} Z \cos Az_0 \end{aligned}$$

$$\text{ou } \cos Az_0 = \frac{\operatorname{sen} \phi \cos Z - \operatorname{sen} \delta}{\cos \phi \operatorname{sen} Z}$$

sendo:

- δ a declinação do Sol no instante da medida
- Z o ângulo zenital ao centro do Sol
- Az_0 o azimute do Sol no instante da medida em relação ao Sul
- ϕ a latitude do local da observação

A declinação do Sol é calculada pelo programa com o algoritmo de Bennett (1980) adaptado das "Tabelas da Lua e do Sol" de Meens (1962). Os argumentos para o cálculo são a Hora Universal, o Dia, o Mês e o Ano da observação. Sendo a hora medida em Tempo Legal, o programa adiciona a diferença do Fuso Horário para transformar em tempo Universal. Não deve ser introduzida a correção para o Tempo das Efemérides por já estar incluída no algoritmo.

Se a observação for efetuada pela tarde o azimute verdadeiro do Sol em relação ao Sul será dado pela expressão:

$$Az_0 = \arccos \left(\frac{\text{sen} \phi \cos Z - \text{sen} \delta}{\cos \phi \text{sen} Z} \right)$$

Se a observação for efetuada pela manhã o azimute verdadeiro do sol em relação ao Sul será dado pela expressão:

$$Az_0 = 360^\circ - \arccos \left(\frac{\text{sen} \phi \cos Z - \text{sen} \delta}{\cos \phi \text{sen} Z} \right)$$

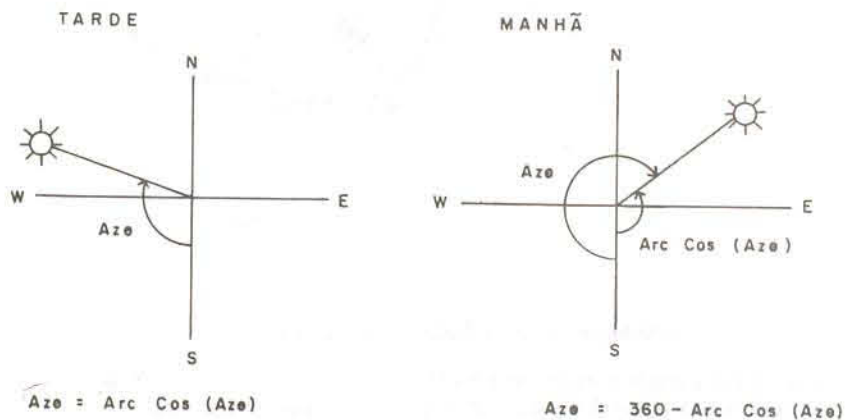


FIGURA 5 - CÁLCULO DO AZIMUTE DO SOL

CÁLCULO DO AZIMUTE VERDADEIRO DE UM ALINHAMENTO

Relaciona-se o azimute verdadeiro do Sol no instante da observação a uma direção fixa de um alinhamento no terreno, materializada pela mira. O azimute verdadeiro do alinhamento, em relação ao Sul, é dado pela expressão.

$$Az_m = Az_0 - H_0 + H_m$$

sendo:

Az_0 o azimute do Sol em relação ao Sul no instante na observação

H_0 o ângulo horizontal ao Sol no instante da observação

H_m o ângulo horizontal à mira

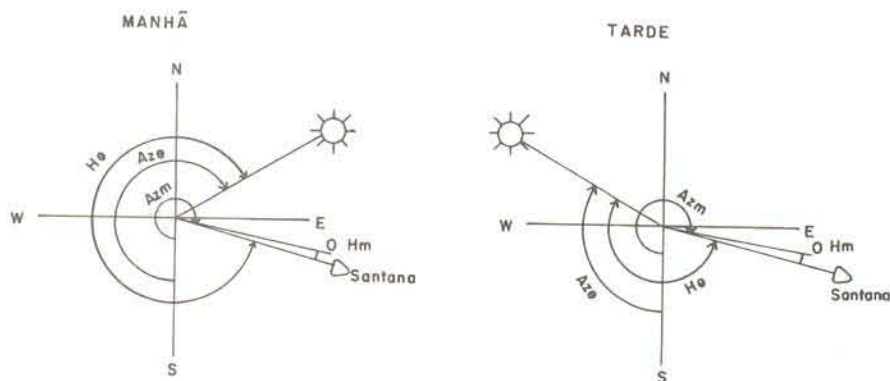


FIGURA 6 - CÁLCULO DO AZIMUTE DA MIRA

PROGRAMA DE CÁLCULO

O programa de cálculo, desenvolvido para minicalculadora no sistema AOS, faz inicialmente as médias dos dados obtidos, introduz as correções necessárias e armazena os dados elaborados em memórias. Com o algoritmo de Bennett (1980) é calculada a declinação do sol no instante da medida e em seguida o azimute do Sol no instante da medida e o azimute do alinhamento em relação ao Sul. O cálculo conclui com o valor médio de uma série de pares e o desvio-padrão, que indicará a precisão média.

LISTAGEM DO PROGRAMA

A listagem do programa se apresenta como segue:

000	76	LBL	040	06	6	080	88	DMS	120	53	(	160	06	6
001	11	A	041	07	7	081	85	+	121	53	(	161	09	9
002	53	(	042	65	x	082	43	RCL	122	53	(	162	04	4
003	43	RCL	043	43	RCL	083	04	04	123	43	RCL	163	00	0
004	01	01	044	13	13	084	88	DMS	124	18	18	164	00	0
005	88	DMS	045	30	TAN	085	54	)	125	85	+	165	06	6
006	85	+	046	45	Y ^X	086	55	÷	126	09	9	166	93	.
007	43	RCL	047	03	3	087	02	2	127	54	)	167	05	5
008	02	02	048	54	)	088	95	=	128	55	÷	168	95	=
009	88	DMS	049	65	x	089	42	STO	129	01	1	169	55	÷
010	54	)	050	43	RCL	090	14	14	130	02	2	170	03	3
011	55	÷	051	20	20	091	53	(	131	54	)	171	06	6
012	02	2	052	55	÷	092	43	RCL	132	59	INT	172	05	5
013	95	=	053	53	(	093	05	05	133	85	+	173	02	2
014	42	STO	054	07	7	094	88	DMS	134	43	RCL	174	05	5
015	13	13	055	06	6	095	85	+	135	19	19	175	95	=
016	53	(	056	00	0	096	43	RCL	136	54	)	176	42	STO
017	38	SIN	057	85	+	097	06	06	137	65	x	177	21	21
018	65	x	058	02	2	098	88	DMS	138	01	1	178	65	x
019	08	8	059	93	.	099	54	)	139	93	.	179	03	3
020	93	.	060	09	9	100	55	÷	140	07	7	180	05	5
021	08	8	061	01	1	101	02	2	141	05	5	181	09	9
022	94	+/-	062	08	8	102	85	+	142	54	)	182	09	9
023	85	+	063	04	4	103	43	RCL	143	59	INT	183	09	9
024	43	RCL	064	65	x	104	12	12	144	85	+	184	93	.
025	11	11	065	43	RCL	105	95	=	145	53	(	185	00	0
026	85	+	066	10	10	106	42	STO	146	02	2	186	05	5
027	53	(	067	54	)	107	15	15	147	07	7	187	85	+
028	43	RCL	068	54	)	108	55	÷	148	05	5	188	03	3
029	13	13	069	55	÷	109	02	2	149	65	x	189	05	5
030	30	TAN	070	03	3	110	04	4	150	43	RCL	190	08	8
031	65	x	071	06	6	111	85	+	151	18	18	191	93	.
032	06	6	072	00	0	112	43	RCL	152	55	÷	192	04	4
033	00	0	073	00	0	113	19	19	153	09	9	193	07	7
034	93	.	074	95	=	114	65	x	154	54	)	194	05	5
035	00	0	075	44	SUM	115	03	3	155	59	INT	195	95	=
036	08	8	076	13	13	116	06	6	156	85	+	196	42	STO
037	75	-	077	53	(	117	07	7	157	43	RCL	197	22	22
038	93	.	078	43	RCL	118	75	-	158	17	17	198	43	RCL
039	00	0	079	03	3	119	53	(	159	75	-	199	21	21

200 65 x	240 42 STO	280 02 2	320 54)	360 05 5
201 02 2	241 25 25	281 09 9	321 38 SIN	361 07 7
202 02 2	242 43 RCL	282 03 3	322 65 x	362 85 +
203 05 5	243 21 21	283 85 +	323 93 .	363 53 (
204 01 1	244 65 x	284 02 2	324 07 7	364 05 5
205 08 8	245 01 1	285 65 x	325 06 6	365 01 1
206 85 +	246 09 9	286 43 RCL	326 85 +	366 85 +
207 06 6	247 03 3	287 25 25	327 53 (	367 43 RCL
208 03 3	248 04 4	288 75 -	328 09 9	368 23 23
209 95 =	249 85 +	289 43 RCL	329 01 1	369 65 x
210 42 STO	250 01 1	290 22 22	330 85 +	370 03 3
211 23 23	251 00 0	291 54)	331 43 RCL	371 75 -
212 43 RCL	252 01 1	292 39 COS	332 25 25	372 43 RCL
213 21 21	253 95 =	293 65 x	333 54)	373 22 22
214 65 x	254 42 STO	294 93 .	334 39 COS	374 65 x
215 03 3	255 26 26	295 04 4	335 65 x	375 02 2
216 03 3	256 38 SIN	296 05 5	336 02 2	376 54)
217 07 7	257 65 x	297 85 +	337 85 +	377 39 COS
218 01 1	258 04 4	298 53 (	338 53 (	378 65 x
219 08 8	259 93 .	299 01 1	339 03 3	379 93 .
220 85 +	260 07 7	300 07 7	340 00 0	380 02 2
221 03 3	261 09 9	301 05 5	341 06 6	381 08 8
222 03 3	262 85 +	302 85 +	342 85 +	382 85 +
223 02 2	263 53 (	303 43 RCL	343 43 RCL	383 53 (
224 95 =	264 43 RCL	304 25 25	344 24 24	384 07 7
225 42 STO	265 22 22	305 75 -	345 75 -	385 08 8
226 24 24	266 65 x	306 43 RCL	346 43 RCL	386 85 +
227 43 RCL	267 02 2	307 22 22	347 22 22	387 43 RCL
228 21 21	268 85 +	308 54)	348 54)	388 23 23
229 65 x	269 02 2	309 39 COS	349 39 COS	389 65 x
230 03 3	270 09 9	310 65 x	350 65 x	390 03 3
231 02 2	271 05 5	311 93 .	351 93 .	391 75 -
232 09 9	272 54)	312 07 7	352 04 4	392 43 RCL
233 06 6	273 39 COS	313 02 2	353 09 9	393 22 22
234 04 4	274 65 x	314 85 +	354 75 -	394 54)
235 85 +	275 93 .	315 53 (	355 43 RCL	395 39 COS
236 02 2	276 03 3	316 02 2	356 24 24	396 65 x
237 02 2	277 05 5	317 65 x	357 38 SIN	397 93 .
238 02 2	278 85 +	318 43 RCL	358 65 x	398 04 4
239 95 =	279 53 (	319 25 25	359 93 .	399 03 3

400	85	+	440	04	4	480	54	)	520	00	0	560	85	+
401	53	(	441	85	+	481	38	SIN	521	01	1	561	93	.
402	02	2	442	53	(	482	65	x	522	09	9	562	00	0
403	05	5	443	02	2	483	93	.	523	85	+	563	00	0
404	08	8	444	06	6	484	02	2	524	03	3	564	02	2
405	85	+	445	01	1	485	09	9	525	06	6	565	05	5
406	02	2	446	85	+	486	85	+	526	00	0	566	06	6
407	65	x	447	04	4	487	53	(	527	00	0	567	65	x
408	43	RCL	448	04	4	488	01	1	528	00	0	568	43	RCL
409	23	23	449	05	5	489	09	9	529	93	.	569	26	26
410	75	-	450	02	2	490	01	1	530	07	7	570	39	COS
411	43	RCL	451	06	6	491	09	9	531	06	6	571	54)
412	22	22	452	07	7	492	93	.	532	08	8	572	38	SIN
413	54	)	453	65	x	493	04	4	533	09	9	573	95	=
414	39	COS	454	43	RCL	494	05	5	534	02	2	574	22	INV
415	65	x	455	21	21	495	75	-	535	65	x	575	38	SIN
416	93	.	456	54	)	496	04	4	536	43	RCL	576	42	STO
417	06	6	457	39	COS	497	93	.	537	21	21	577	16	16
418	09	9	458	65	x	498	07	7	538	95	=	578	38	SIN
419	75	-	459	01	1	499	09	9	539	38	SIN	579	94	+/-
420	53	(	460	93	.	500	65	x	540	65	x	580	85	+
421	43	RCL	461	07	7	501	43	RCL	541	53	(	581	43	RCL
422	23	23	462	09	9	502	21	21	542	02	2	582	07	07
423	65	x	463	85	+	503	54	)	543	03	3	583	88	DMS
424	02	2	464	53	(	504	65	x	544	93	.	584	38	SIN
425	54	)	465	43	RCL	505	43	RCL	545	04	4	585	65	x
426	38	SIN	466	22	22	506	22	22	546	05	5	586	43	RCL
427	65	x	467	65	x	507	38	SIN	547	02	2	587	13	13
428	01	1	468	02	2	508	95	=	548	02	2	588	39	COS
429	93	.	469	54	)	509	55	÷	549	09	9	589	95	=
430	05	5	470	38	SIN	510	01	1	550	75	-	590	55	÷
431	04	4	471	65	x	511	52	EE	551	93	.	591	43	RCL
432	75	-	472	02	2	512	03	3	552	00	0	592	07	07
433	43	RCL	473	00	0	513	85	+	553	01	1	593	88	DMS
434	23	23	474	85	+	514	02	2	554	03	3	594	39	COS
435	38	SIN	475	53	(	515	07	7	555	00	0	595	55	÷
436	65	x	476	43	RCL	516	09	9	556	01	1	596	43	RCL
437	01	1	477	22	22	517	93	.	557	65	x	597	13	13
438	93	.	478	65	x	518	06	6	558	43	RCL	598	38	SIN
439	03	3	479	03	3	519	09	9	559	21	21	599	95	=

600 22 INV	640 44 SUM	680 22 INV
601 39 COS	641 29 29	681 88 DMS
602 42 STO	642 43 RCL	682 91 R/S
603 08 08	643 09 09	
604 01 1	644 22 INV	
605 05 5	645 88 DMS	
606 32 X:t	646 22 INV	
607 43 RCL	647 52 EE	
608 15 15	648 91 R/S	
609 77 GE	649 76 LBL	
610 06 6	650 14 D	
611 22 22	651 43 RCL	
612 43 RCL	652 27 27	
613 08 08	653 55 ÷	
614 94 +/-	654 43 RCL	
615 85 +	655 29 29	
616 03 3	656 95 =	
617 06 6	657 22 INV	
618 00 0	658 88 DMS	
619 95 =	659 91 R/S	
620 42 STO	660 43 RCL	
621 08 08	661 28 28	
622 43 RCL	662 75 -	
623 08 08	663 43 RCL	
624 85 +	664 27 27	
625 43 RCL	665 33 x ²	
626 00 00	666 55 ÷	
627 88 DMS	667 43 RCL	
628 75 -	668 29 29	
629 43 RCL	669 95 =	
630 14 14	670 55 ÷	
631 95 =	671 53 (
632 42 STO	672 43 RCL	
633 09 09	673 29 29	
634 44 SUM	674 75 -	
635 27 27	675 01 1	
636 33 x ²	676 54)	
637 44 SUM	677 95 =	
638 28 28	678 50 IxI	
639 01 1	679 34 Vx	

INSTRUÇÕES AO USUÁRIO

Introduz-se o programa na calculadora, seguindo-se as instruções próprias, manualmente ou por fita magnética. Passa-se à introdução dos dados de campo, alojando em memórias conforme instruções de 5 a 19. Obtém-se o resultado de cada par de leituras separadamente e após o término do conjunto de leituras, obtém-se o valor médio do azimute do alinhamento em relação ao Sul e o desvio-padrão.

PASSO PROCEDIMENTO	INTROD.	PRESSIONE	VISOR
I – INTRODUÇÃO DO PROGRAMA			
1 Partição da memória	3	2 nd OP17	719.29
2 Preparar memórias		2 nd CMs	
3 Gravar programa – manual – c/fita	1	INV2 nd WRITE	1
	2	INV2 nd WRITE	2
	3	INV2 nd WRITE	3
4 Fixar decimais		2 nd FIX9	
II – REGISTRO DE DADOS DE CAMPO			
5 Ângulo horizontal à mira	Hm	STO 00	
6 Ângulo zenital ao Sol (1)	z1	STO 01	
7 Ângulo zenital ao Sol (2)	z2	STO 02	
8 Ângulo horizontal ao Sol (1)	H _o 1	STO 03	
9 Ângulo horizontal ao Sol (2)	H _o 2	STO 04	
10 Hora legal (1)	H1	STO 05	
11 Hora legal (2)	H2	STO 06	
12 Latitude do local		STO 07	
13 Temperatura do ar	T	STO 10	
14 Correção instrumental	Ci	STO 11	
15 Fuso horário	F	STO 12	
16 Dia	D	STO 17	
17 Mês	M	STO 18	
18 Ano	A	STO 19	
19 Pressão Atmosférica	P	STO 20	
III – OBTENÇÃO DOS RESULTADOS PARCIAIS			
20 Azimute verdadeiro do alinhamento		A	Az _m
Repete-se os passos 5 a 20 para cada par de observação.			
IV – OBTENÇÃO DO VALOR MÉDIO DA SÉRIE			
21 Azimute médio do alinhamento		D	Az _m med.
22 Desvio-padrão		R/S	DESV.

Os dados de ângulos e horas devem ser introduzidos em grau ou hora seguido de ponto, dois algarismos para minuto, dois algarismos para segundo e tantos quantos necessários para fração de segundo. A correção instrumental é introduzida em segundo, seguido de ponto e tantos algarismos quantos necessários para fração de segundo. A temperatura é introduzida em grau centígrado e a pressão atmosférica, em milímetros de mercúrio.

Os resultados são apresentados de forma idêntica, isto é, grau seguido de ponto, dois algarismos para minutos, dois para segundos e tantos quantos necessários para fração de segundo. Caso o resultado for negativo deve-se acrescentar 360°.

EXEMPLO PRÁTICO

Apresenta-se a seguir planilha com dados de campo de duas séries de medições efetuadas no mesmo local, uma pela manhã e outra de tarde, e os resultados obtidos.

ESTAÇÃO: ESCOLA DE ENGENHARIA 4

MIRA: SANTANA

LATITUDE: - 30°01'55"

DATA: 24 DE ABRIL DE 1984

CORREÇÃO INSTRUMENTAL: -16,3" TEMPERATURA: 21C

FUSO HORÁRIO: 3h

PRESSÃO : 763mmHg

ÂNGULO HORIZONTAL NA MIRA: 0°00'11,5" (350°00'11,5")

APARELHO: WILD T2 - 46172

SOL	HORA	HORIZONTAL	ZENITAL	AZIMUTE
•	8h52m27s	313°01'01"	66°42'20,6"	
•	8h53m14s	313°27'23"	66°02'05"	284°19'25,1"
•	8h53m58s	312°44'57,4"	66°25'44,9"	
•	8h55m15s	313°05'48,8"	65°39'57,8"	284°19'26,1"
•	8h57m08s	312°11'16"	65°51'25,5"	
•	8h58m20s	312°32'45"	65°06'38,9"	284°19'29,4"
•	8h59m10s	311°49'14"	65°29'17,2"	
•	9h00m14s	312°12'16"	64°46'08,7"	284°19'25,1"
•	9h03m11s	311°05'17"	64°46'10"	
•	9h93m58s	311°31'30,2"	64°06'07"	284°19'26,3"

AZIMUTE DA MIRA EM RELAÇÃO AO SUL: 284°19'26,4"

DESVIO-PADRÃO: ± 2,1"

ESTAÇÃO ESCOLA DE ENGENHARIA 4
 MIRA SANTANA
 LATITUDE $-30^{\circ}1'55''$
 CORREÇÃO INSTRUMENTAL $-16,3''$
 FUSO HORÁRIO 3h
 ÂNGULO HORIZONTAL NA MIRA $0^{\circ}00'13,5''$ ($360^{\circ}00'13,5''$)
 APARELHO WILD T2 - 46172

DATA 24 DE ABRIL DE 1984
 TEMPERATURA $23,5^{\circ}\text{C}$
 PRESSÃO 763 mmHg

SOL	HORA	HORIZONTAL	ZENITAL	AZIMUTE
—	15h10m07s	$206^{\circ}45'12''$	$59^{\circ}13'56,2''$	
—	15h11m58s	$205^{\circ}45'08,8''$	$59^{\circ}00'45''$	$284^{\circ}19'25,5''$
—	15h12m42s	$206^{\circ}12'43,5''$	$59^{\circ}39'42''$	
—	15h13m19s	$205^{\circ}27'18,8''$	$59^{\circ}14'54''$	$284^{\circ}19'23,4''$
—	15h14m11s	$205^{\circ}54'33,8''$	$59^{\circ}54'19,4''$	
—	15h15m06s	$205^{\circ}06'26''$	$59^{\circ}31'40''$	$284^{\circ}19'21,8''$
—	15h17m33s	$205^{\circ}12'46,2''$	$60^{\circ}28'06,8''$	
—	15h18m13s	$204^{\circ}28'12,3''$	$60^{\circ}03'06,9''$	$284^{\circ}19'27,3''$
—	15h22m28s	$204^{\circ}13'06,2''$	$61^{\circ}17'56,2''$	
—	15h24m29s	$203^{\circ}13'10,5''$	$61^{\circ}06'51,8''$	$284^{\circ}19'27,9''$

AZIMUTE DA MIRA EM RELAÇÃO AO SUL: $284^{\circ}19'25,1''$
 DESVIO-PADRÃO: $\pm 3,3''$

CONCLUSÕES

Analisando as metas propostas na introdução deste trabalho, conclui-se que atingiu seus objetivos. O tempo dispendido na obtenção dos dados de campo não ultrapassou quinze minutos em nenhuma das séries de medidas. Desde a introdução do programa até a obtenção do resultado final não se dispendeu mais que dez minutos para cada um dos conjuntos de cinco pares de observações. A precisão obtida está compatível com o teodolito usado e suficiente para o método topográfico. No exemplo, o desvio-padrão da média foi no máximo de três segundos de arco, compatível com o teodolito.

BIBLIOGRAFIA

- BENNET, G.G. 1980. A solar ephemeris for use with programmable calculators. *The Australian Surveyor*, Brisbane, 30(3): 147-51.
 BRITO, Eugênio. 1955. Astronomia de Campo. In: *Manual do Engenheiro Globo*. Porto Alegre, Globo. v. 4, p. 750-840.
 MEEUS, J. 1962. *Tables of moon and sun*. Kasselburgh Sterrenwacht Kessel-Lo.
 RAYNER, William H. 1957. *Surveying elementary and advanced*. New York, Van Nostrand.