

BIBLIOTECA GEOGRÁFICA BRASILEIRA
Publicação nº 11 da Série B



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
CONSELHO NACIONAL DE GEOGRAFIA
RIO DE JANEIRO
1952

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA

CONSELHO NACIONAL DE GEOGRAFIA

AJUSTAMENTO DA REDE DE
NIVELAMENTO

HONÓRIO BESERRA

**IMPRESSO NA DIVISÃO DE CARTOGRAFIA
SECÇÃO DE REPRODUÇÕES - 1952**

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
Av. Franklin Roosevelt, 166

CONSELHO NACIONAL DE GEOGRAFIA
Av. Beira-Mar, 436

DIVISÃO DE CARTOGRAFIA DO C. N. G.
Praça Mahatma Gandhi, 14 – 5º andar

Apresentação

Em outubro de 1948, o Conselho Nacional de Geografia editou um pequeno opúsculo - **AJUSTAMENTO PRELIMINAR DE UMA REDE DE NIVELAMENTO** - considerando os oito circuitos até então nivelados. Este segundo folheto que torna o primeiro sem efeito, já é obra de maior fôlego, porque contém o ajustamento de uma rede de 15 706 km, com 38 circuitos.

Os valores das correções resultantes do ajuste demonstram que os trabalhos de nivelamento do Conselho Nacional de Geografia são bem feitos e se enquadram nas prescrições da primeira ordem.

Em edições subseqüentes serão publicadas as relações de altitudes das referências de nível e a avaliação da precisão da rede, segundo as modernas fórmulas recomendadas pela Associação Internacional de Geodésia.

Luiz E. F. Abreu
Diretor da Divisão de Cartografia

Explicação Preliminar

Tendo o Conselho Nacional de Cartografia iniciado os seus trabalhos de nivelamento de precisão em outubro de 1945, e já realizado, em outubro de 1948, um ajustamento preliminar da rede de nivelamento, é-nos possível, presentemente, apresentar novo ajustamento em melhores condições.

No presente trabalho, como no anterior, consideramos como plano de referência (datum) o que nos foi fornecido pela determinação do nível médio do mar, resultante das observações levadas a efeito no período de fevereiro de 1919 a fevereiro de 1920, pelo marégrafo instalado em Torres - RS, - pela antiga Comissão da Carta Geral do Brasil (C. C. G. B.).

Para levar a efeito o ajuste, o objeto do presente trabalho, utilizamos não só as linhas de nivelamento executadas pelo Conselho Nacional de Geografia (C. N. C.) como também, pelo Serviço Geográfico do Exército (S.G.E.), pelo Instituto Geográfico e Geológico de São Paulo (I. G. G. S. P.) e pelo Departamento Geográfico do Estado do Rio de Janeiro.

O croqui nº.2, anexo ao presente, nos dá a indicação de referidas linhas e bem assim, em cada Estado, a área compreendida pela rede de nivelamento ajustada. Assim procedendo, conseguimos aproveitar, em circuitos fechados, todos os trabalhos empreendidos pelo Conselho Nacional de Geografia.

Consoante o sistema de cooperação adotado pela Direção do Conselho Nacional de Geografia, temos sido ajudados, na realização das nossas tarefas, pelo Inter American Geodetic Survey (I. A. G. S.) e pelos órgãos estaduais integrados no sistema geográfico brasileiro, entre eles, merecendo destaque especial o Instituto Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo, o Departamento Geodésico do Estado de Minas Gerais e o Departamento Geográfico do Estado do Rio de Janeiro.

Na execução do plano traçado, além da sua atividade principal, que é o fornecimento de altitudes de controle à rede de nivelamento trigonométrico da Secção de Triangulação, e aos marcos de base da Secção de Bases, Astronomia e Gravimetria do nosso Conselho, tem a Secção de Nivelamento (SNi), de maneira sistemática, procurando aproveitar todos os elementos cartograficamente utilizáveis, existentes ao longo da sua rede, como obras de arte de estradas de ferro e de rodagem, seus entroncamentos, pontos singulares do terreno, monumentos, igrejas, pontos de limites intermunicipais e estaduais, etc.

Acham-se referidos à rede de nivelamento os marégrafos de Torres (RS), da Comissão da Carta Geral do Brasil, ponto inicial dos nossos trabalhos, de Laguna (SC) -

do Departamento Nacional de Portos, Rios e Canais (D. N. P.R.C.) do Ministério da Viação, de Imbituba (SC) - do Inter American Geodetic Survey (IAGS), de Florianópolis (SC) do D. N. P. R. C., de Porto Belo (SC) da Diretoria de Hidrografia e Navegação (D. H. N.) do Ministério da Marinha, de Itajaí (SC) do D. N. P. R. C., de São Francisco do Sul (SC), do D. N. P. R. C, de Paranaguá (PR) do D. N. P. R. C., de Santos (SP) da Companhia Docas de Santos (C. D. S.), de Sepetiba (RJ) do Serviço Geográfico do Exército (S. G. E.), da Fortaleza de Santa Cruz (RJ) do I.A.G.S., e de Vitória (ES) do D. N. P. R. C..

O ajustamento presente compreende trinta e oito circuitos composto de 105 linhas num total de 15.706,25km. Para a altitude de partida do RN-3L foi adotado o mesmo valor do ajustamento anterior que, conforme ficou dito, nos foi fornecido pelo marégrafo de Torres.

Oportunamente, quando possuirmos um período de observações mais longo dos marégrafos instalados em portos brasileiros, pelo I. A. G. S, - desde que haja conveniência - fácil será a adoção de outro datum resultante de observações realizadas por marégrafos da mesma procedência, e utilizando métodos que, certamente, maior precisão proporcionarão às determinações para o estabelecimento do nível médio do mar, e, conseqüentemente, teremos um resultado mais compatível com a natureza do trabalho geodésico.

Ao ensejo, é oportuno registrar que têm sido mais ou menos satisfatórios os resultados da comparação das altitudes de RN diversos, referidos às determinações dos marégrafos checados pela nossa rede de nivelamento.

Desde que continuem no ritmo atual as atividades do Conselho Nacional de Geografia, dentro de mais alguns anos, teremos uma rede de pontos de controle e altimétrico, de molde a satisfazer as exigências cartográficas mínimas de que carece o nosso país.

Belo Horizonte, 10 de julho de 1952.

Honório Bezerra
Eng. Chefe da Secção de Nivelamento

CONSIDERAÇÃO INICIAL

No presente ajustamento, um único ponto fixo é adotado: o ponto nodal 3L, cuja altitude fornecida pelo marégrafo de Torres, da C. C. G. B. tem para valor 10.8190m. O método utilizado a seguir será o do estabelecimento das equações de condição, com a adoção de incógnitas relativas às correções, a introduzir nas diferenças de altitude das diversas linhas de cada circuitos que, além de anular-lhe o erro de fechamento, deve também satisfazer à condição dos mínimos quadrados.

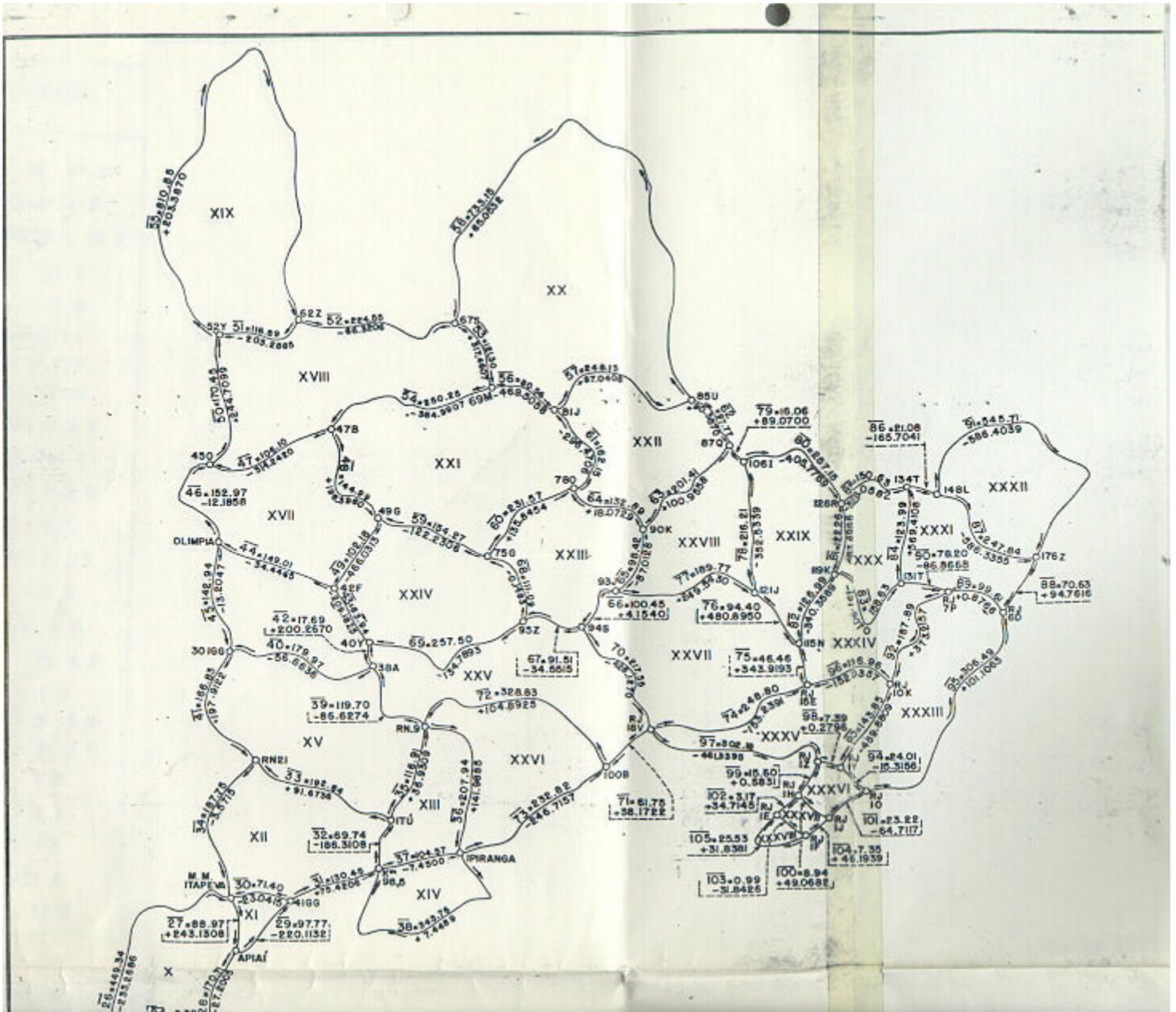
CROQUI

Com a denominação de Croqui 1 - um esquema foi organizado composto de 38 circuitos, com as suas 105 linhas especificadas, contendo as diferenças de altitude e quilometragem e, também, a soma da quilometragem de cada circuito (F) com o seu respectivo erro de fechamento (f).

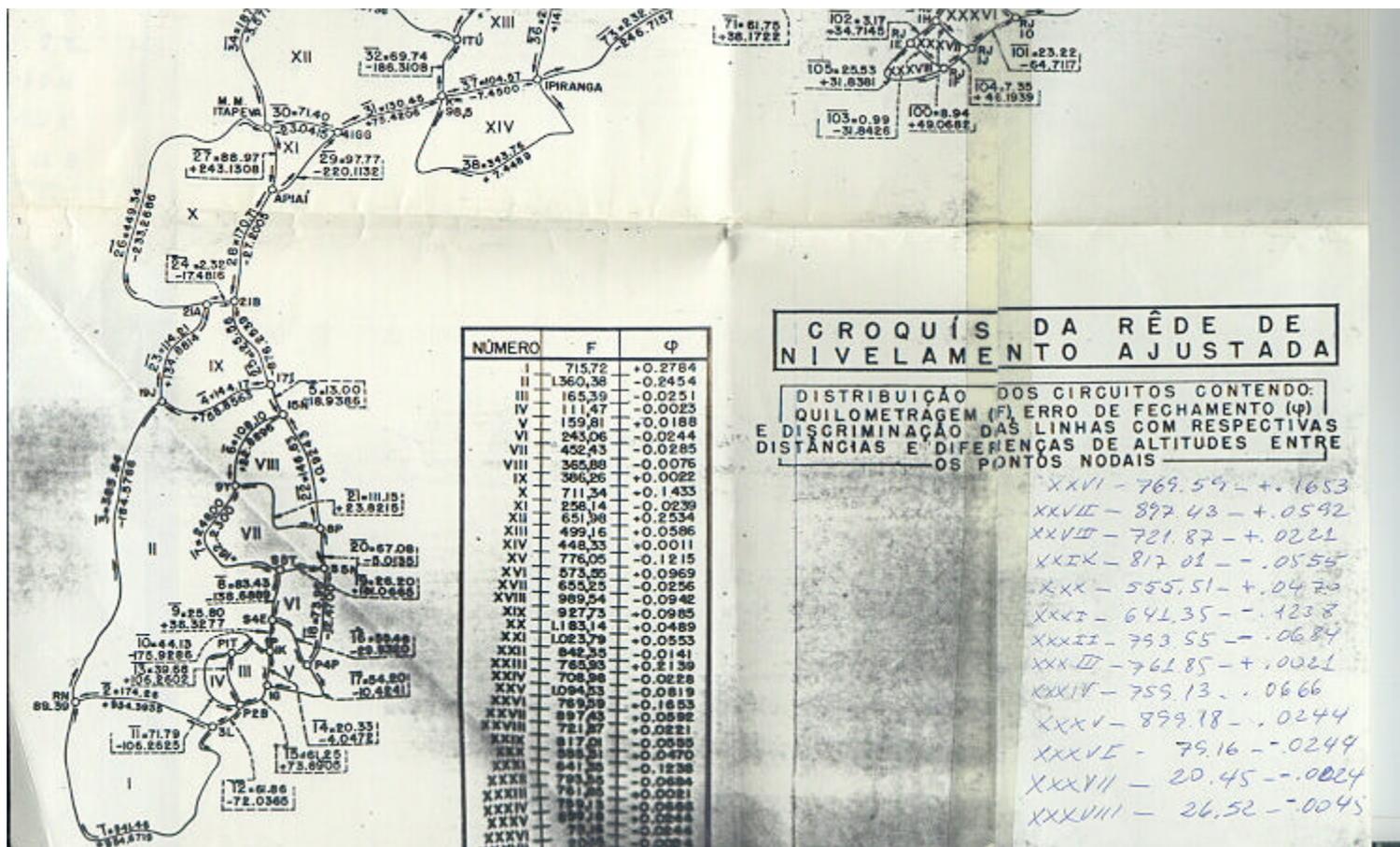
QUADRO DO AJUSTAMENTO

É organizado e composto de cinco colunas:

- 1^a - número de ordem da linha;
- 2^a - a denominação das linhas com os “nós”, inicial e final;
- 3^a - a diferença de altitude entre os “nós”;
- 4^a - a correção correspondente à linha;
- 5^a - a distância, em quilômetros, relativa à mesma linha.



continuação da página anterior



NÚMERO	F	φ
I	715,72	+0,2784
II	1360,38	-0,2454
III	165,39	-0,0251
IV	111,47	-0,0023
V	159,81	+0,0188
VI	243,06	-0,0244
VII	452,43	-0,0285
VIII	365,88	-0,0075
IX	386,25	+0,0022
X	711,34	-0,1433
XI	258,14	-0,0239
XII	651,30	+0,2534
XIII	499,16	+0,0586
XIV	448,33	+0,0011
XV	776,05	-0,1215
XVI	573,55	+0,0969
XVII	655,25	-0,0256
XVIII	989,04	-0,0942
XIX	927,73	-0,0985
XX	1183,14	+0,0489
XXI	1023,79	-0,0553
XXII	842,35	-0,0141
XXIII	785,93	+0,2139
XXIV	708,98	-0,0228
XXV	1094,53	-0,0819
XXVI	789,09	+0,1653
XXVII	897,65	-0,0592
XXVIII	721,87	+0,0221
XXIX	817,01	-0,0595
XXX	888,51	+0,0470
XXXI	841,38	-0,1238
XXXII	783,38	-0,0684
XXXIII	761,35	-0,0021
XXXIV	899,18	+0,0244
XXXV	79,18	-0,0244
XXXVI	20,45	-0,0024
XXXVII	26,52	-0,0045

CROQUIS DA RÊDE DE NIVELAMENTO AJUSTADA

DISTRIBUIÇÃO DOS CIRCUITOS CONTENDO: QUILOMETRAGEM (F), ERRO DE FECHAMENTO (φ) E DISCRIMINAÇÃO DAS LINHAS COM RESPECTIVAS DISTÂNCIAS E DIFERENÇAS DE ALTITUDES ENTRE OS PONTOS NODAIS

- XXXVI - 769,59 - +,1653
- XXXVII - 897,43 - +,0592
- XXXVIII - 721,87 - +,0221
- XXXIX - 817,01 - -,0555
- XXX - 555,51 - +,0420
- XXXI - 641,35 - -,1238
- XXXII - 793,55 - -,0684
- XXXIII - 761,85 - +,0021
- XXXIV - 759,13 - -,0666
- XXXV - 899,18 - -,0244
- XXXVI - 79,16 - -,0244
- XXXVII - 20,45 - -,0024
- XXXVIII - 26,52 - -,0045

Nº	DENOMINAÇÃO	Diferença de Altitude	CORREÇÃO	Distância em km
1	3L - RN 89.39	+ 954,6719	+ V ₁	541,46
2	RN 89,39 - 3L	- 954,3935	+ V ₂	174,26
3	RN 89,39 - 19 J	- 184,5766	+ V ₃	385,84
4	19 J - 17 I	- 758,8563	+ V ₄	144,17
5	17 I - 15 N	- 18,9386	+ V ₅	13,00
6	15 N - 9 Y	+ 22,8896	+ V ₆	108,10
7	9 Y - S.5 T	+ 162,2300	+ V ₇	248,00
8	S.5T - S. 4E	- 138,6889	+ V ₈	83,43
9	S.4 E - P. 1 K	- 36,3277	+ V ₉	25,80
10	P.1 K- P.1 T	+ 175,9286	+ V ₁₀	44,13
11	P. 1 T - P. 2 B	- 106,2625	+ V ₁₁	71,79
12	P. 2 B - 3 L	- 72,0365	+ V ₁₂	61,86
13	P. 2 B - P.1 T	+ 106,2602	+ V ₁₃	39,68
14	P.1 K - 1 G	- 4,0472	+ V ₁₄	20,33
15	1 G - P. 2 B	+ 73,6905	+ V ₁₅	61,25
16	S.4 E - P. 4 P	- 29,9320	+ V ₁₆	59,48
17	P. 4 P - 1 G	- 10,4241	+ V ₁₇	54,20
18	P. 4 P - S. 5 N	- 12,4700	+ V ₁₈	73,95
19	S. 5 N - S. 5 T	+ 181,0665	+ V ₁₉	26,20
20	S. 5 N - 8 P	- 5,0135	+ V ₂₀	67,08
21	8 P - 9 Y	+ 23,8215	+ V ₂₁	111,15
22	8 P - 15 N	+ 0,9243	+ V ₂₂	146,63
23	19 J - 21 A	+ 134,8814	+ V ₂₃	114,21
24	21 A - 21 B	- 17,4816	+ V ₂₄	2,32
25	21 B - 17 I	- 876,2539	+ V ₂₅	125,56
26	21 A - MM Itapeva	- 233,2686	+ V ₂₆	449,34
27	MM Itapeva - Apiaí	+ 243,1308	+ V ₂₇	88,97
28	Apiaí - 21 B	- 27,2005	+ V ₂₈	170,71
29	Apiaí 4 IGG	- 220,1132	+ V ₂₉	97,77
30	4 IGG - MM Itapeva	- 23,0415	+ V ₃₀	71,40
31	4 IGG - KM 98,5	+ 75,4206	+ V ₃₁	130,45
32	km 98,5 - Itu	- 186,3108	+ V ₃₂	69,74
33	Itu - RN 21	+ 91,6736	+ V ₃₃	192,64
34	RN 21 - MM Itapeva	- 3,5715	+ V ₃₄	187,75
35	Itu - RN 9	+ 36,9309	+ V ₃₅	116,91
36	RN 9 - Ipiranga	+ 141,9885	+ V ₃₆	207,94
37	km 98,5 - Ipiranga	- 7,4500	+ V ₃₇	104,57
38	Ipiranga - km 98,5	+ 7,4489	+ V ₃₈	343,76
39	RN 9 - 38 A	- 86,6274	+ V ₃₉	119,70
40	38 A - 30 IGG	- 56,6636	+ V ₄₀	179,97

Nº	DENOMINAÇÃO	Diferença de Altitude	CORREÇÃO	Distância em km
41	30 IGG - RN 21	+ 197,9122	+ V ₄₁	166,83
42	38 A - 40 Y	+ 200,2670	+ V ₄₂	17,69
43	40 Y - 42 F	- 209,1825	+ V ₄₃	83,94
44	42 F - Olímpia	- 34,4465	+ V ₄₄	149,01
45	Olímpia - 30 IGG	- 13,2047	+ V ₄₅	142,94
46	Olímpia - 45 O	- 12,1858	+ V ₄₆	152,97
47	47 O - 47 B	+ 314,2420	+ V ₄₇	106,10
48	47 B - 49 G	+ 198,3960	+ V ₄₈	144,99
49	49 G - 42 F	- 466,0313	+V ₄₉	102,18
50	45 O - 52 Y	+ 244,7099	+ V ₅₀	170,45
51	52 Y - 62 Z	+ 203,2885	+ V ₅₁	116,89
52	62 Z - 67 S	- 66,3206	+ V ₅₂	224,55
53	67 S - 69 M	+ 317,4607	+V ₅₃	121,30
54	69 M - 47 B	- 384,9907	+ V ₅₄	250,25
55	52 Y - 62 Z	+ 203,3870	+ V ₅₅	810,85
56	81 J - 69 M	+ 469,5058	+ V ₅₆	80,56
57	81 J - 85 U	+ 87,0408	+ V ₅₇	248,13
58	85 U - 67 S	+ 65,0532	+ V ₅₈	733,15
59	49 G - 75 G	- 122,2306	+ V ₅₉	154,27
60	75 G - 78 O	+ 135,8454	+ V ₆₀	231,57
61	78 O - 81 J	- 296,4706	+ V ₆₁	162,15
62	85 U - 87 Q	+ 90,3870	+ V ₆₂	97,77
63	87 Q - 90 K	+ 100,9558	+ V ₆₃	201,41
64	90 K - 70 O	+ 18,0729	+ V ₆₄	132,89
65	90 K - 93 J	- 87,0128	+ V ₆₅	98,42
66	93 J - 94 S	+ 4,1540	+ V ₆₆	100,45
67	94 S - 95 Z	- 34,5515	+ V ₆₇	91,51
68	95 Z - 75 G	- 0,1483	+ V ₆₈	111,09
69	95 Z - 40 Y	- 134,7893	+ V ₆₉	257,50
70	94 S - RJ. 18 V	- 426,1270	+ V ₇₀	217,55
71	RJ. 18 V - 100 B	+ 38,1722	+ V ₇₁	61,75
72	100 B - RN 9	+ 104,8925	+ V ₇₂	328,83
73	Ipiranga - 100 B	- 246,7157	+ V ₇₃	232,82
74	RJ. 18 V - RJ. 15 E	- 153,2391	+ V ₇₄	248,80
75	RJ. 15 E - 115 N	+ 343,9193	+ V ₇₅	46,46
76	115 N - 121 J	+ 480,8950	+ V ₇₆	94,40
77	121 J - 93 J	- 249,5430	+ V ₇₇	189,77
78	121 J - 106 I	- 352,5339	+ V ₇₈	216,21
79	106 I - 87 Q	+ 89,0700	+ V ₇₉	16,06
80	106 I - 126 R	- 405,2769	+ V ₈₀	257,15

Nº	DENOMINAÇÃO	Diferença de Altitude	CORREÇÃO	Distância em km
81	126 R - 119 K	- 63,4986	+ V ₈₁	122,26
82	119 K - 115 N	+ 340,3589	+ V ₈₂	126,99
83	119 K - 131 T	- 137,8070	+ V ₈₃	158,63
84	131 T - 134 T	+ 569,4108	+ V ₈₄	123,99
85	134 T - 126 R	- 368,0582	+ V ₈₅	150,63
86	134 T - 148 L	- 165,7041	+ V ₈₆	21,08
87	176 Z - 148 L	+ 586,3355	+ V ₈₇	247,84
88	176 Z - RJ. 6 D	+ 94,7616	+ V ₈₈	70,63
89	RJ. 6 D - RJ. 7 P	+ 0,8766	+ V ₈₉	99,61
90	131 T - RJ. 7 P	- 86,8668	+ V ₉₀	78,20
91	148 L - 176 Z	- 586,4039	+ V ₉₁	545,71
92	RJ. 7 P - RJ. 10 K	+ 373,2157	+ V ₉₂	187,89
93	RJ. 10 K - RJ. 1 V	- 459,8809	+ V ₉₃	143,85
94	RJ. 1 V - RJ. 1 O	- 15,3156	+ V ₉₄	24,01
95	RJ. 1 O - RJ. 6 D	+ 101,1063	+ V ₉₅	306,49
96	RJ. 10 K - RJ. 15 E	- 152,0357	+ V ₉₆	196,96
97	RJ. 1 Z - RJ. 18 V	+ 461,3395	+ V ₉₇	302,18
98	RJ. 1 V - RJ. 1 Z	- 0,2796	+ V ₉₈	7,39
99	RJ. 1 Z - RJ. 1 H	+ 0,5831	+ V ₉₉	15,60
100	RJ. 1 H - RJ. 1 J	+ 49,0682	+ V ₁₀₀	8,94
101	RJ. 1 J - RJ. 1 O	- 64,7117	+ V ₁₀₁	23,22
102	RJ. 1 H - RJ. 1 E	+ 34,7145	+ V ₁₀₂	3,17
103	RJ. 1 E - RJ. 1 F	- 31,8426	+ V ₁₀₃	0,99
104	RJ. 1 F - RJ. 1 J	+ 46,1939	+ V ₁₀₄	7,35
105	RJ. 1 F - RJ. 1 E	+ 31,8381	+ V ₁₀₅	25,53

EQUAÇÕES DE CONDIÇÃO

Circuito I - (SGE - CNG)

$$F_1 = 715,72\text{km}$$

3L - RN 89.39	+ 954,6719	+ V ₁
RN 89.39 - 3L	- 954,3935	+ V ₂

1ª equação:	+ 0,2784	
-------------	----------	--

$$+V_1 + V_2 + 278,4 = 0$$

Circuito II - (SGE - CNG)

$$F_2 = 1360,38\text{km}$$

3L - RN 89.39	+ 954,3935	- V ₂
RN 89.39 - 19 J	- 184,5766	+ V ₃
19 J - 17 I	- 758,8563	+ V ₄
17 I - 15 N	- 18,9386	+ V ₅
15 N - 9 Y	+ 22,8896	+ V ₆
9 Y - S. 5T	+ 162,2300	+ V ₇
S.5T - S.4E	- 138,6889	+ V ₈
S.4E - P.1K	- 36,3277	+ V ₉
P.1K - P.1T	+175,9286	+ V ₁₀
P.1T - P.2B	- 106,2625	+ V ₁₁
P.2B - 3L	- 72,0365	+ V ₁₂

2ª equação:	- 0,2454	
-------------	----------	--

$$- V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7 + V_8 + V_9 + V_{10} + V_{11} + V_{12} - 245,4 = 0$$

Circuito III

$$F_3 = 165,39\text{km}$$

P. 2B - P. 1T	+ 106,2602	+ V ₁₃
P. 1T - P. 1K	- 175,9286	- V ₁₀
P. 1K - 1 G	- 4,0472	+ V ₁₄
1G - P.2B	+ 73,6905	+ V ₁₅

3ª equação:	- 0,0251	
-------------	----------	--

$$- V_{10} + V_{13} + V_{14} + V_{15} - 25,1 = 0$$

Circuito IV

$$F_4 = 111,47\text{km}$$

P. 1T - P. 2B	- 106,2625	+ V ₁₁
P. 2B - P. 1T	+ 106,2602	+ V ₁₃

4ª equação:	- 0,0023	
-------------	----------	--

$$+ V_{11} + V_{13} - 2,3 = 0$$

Circuito V

$F_5 = 159,81\text{km}$

P. 1K - S. 4E	+ 36,3277	- V_9
S. 4E - P. 4P	- 29,9320	+ V_{16}
P. 4P - 1G	- 10,4241	+ V_{17}
1G-P - 1K	+ 4,0472	- V_{14}

5ª equação: + 0,0188

$$- V_9 - V_{14} + V_{16} + V_{17} + 18,08 = 0$$

Circuito VI

$F_6 = 243,06\text{km}$

P. 4P - S. 5N	- 12,4700	+ V_{18}
S. 5N - S. 5T	+181,0665	+ V_{19}
S. 5T - S. 4E	- 138,6889	+ V_8
S. 4E - P. 4P	- 29,9320	+ V_{16}

6ª equação: - 0,0244

$$+ V_8 + V_{16} + V_{18} + V_{19} - 24,4 = 0$$

Circuito VII

$F_7 = 452,43\text{km}$

S. 5N - 8 P	- 5,0135	+ V_{20}
8P - 9Y	+ 23,8215	+ V_{21}
9Y - S. 5T	+ 162,2300	+ V_7
S. 5T - S. 5N	- 181,0665	- V_{19}

7ª equação: - 0,0285

$$+ V_7 - V_{19} + V_{20} + V_{21} - 28,5 = 0$$

Circuito VIII

$F_8 = 365,88\text{km}$

8P - 15N	+ 0,9243	+ V_{22}
15N - 9Y	+ 22,8896	+ V_6
9Y - 8P	- 23,8215	- V_{21}

8ª equação: - 0,0076

$$+ V_6 - V_{21} + V_{22} - 7,6 = 0$$

Circuito IX

F₉= 386,26km

171 - 19J	+ 758,8563	- V ₄
19J - 21A	+ 134,8814	+ V ₂₃
21A - 21B	- 17,4816	+ V ₂₄
21B - 17I	- 876,2539	+ V ₂₅

9ª equação: + 0,0022

$$- V_4 + V_{23} + V_{24} + V_{25} + 2,2 = 0$$

Circuito X

F₁₀= 711,34km

21B - 21 ^A	- 17,4816	- V ₂₄
21A - M.M. ITAPEVA	- 233,2686	+ V ₂₆
M.M. ITAPEVA - APIAÍ	+ 243,1308	+ V ₂₇
APIAÍ - 21B	- 27,2005	+ V ₂₈

10ª equação: 0,1433

$$- V_{24} + V_{26} + V_{27} + V_{28} + 143,3 = 0$$

Circuito XI

F₁₁= 258,14km

APIAÍ - 4-IGG	- 220,1132	+ V ₂₉
4-IGG - M.M. ITAPEVA	- 23,0415	+ V ₃₀
M.M. ITAPEVA - APIAÍ	+243,1308	+ V ₂₇

11ª equação: - 0,0239

$$+ V_{27} + V_{29} + V_{30} - 23,9 = 0$$

Circuito XII

F₁₂= 651,98km

4 - IGG - Km 98,5	+ 75,4206	+ V ₃₁
KM 98,5 - ITU	- 186,3108	+ V ₃₂
ITU - RN 21	+ 91,6736	+ V ₃₃
RN 21 - M.M ITAPEVA	- 3,5715	+ V ₃₄
M.M. ITAPEVA - 4 - IGG	+ 23,0415	- V ₃₀

12ª equação: - 0,2534

$$- V_{30} + V_{31} + V_{32} + V_{33} + V_{34} + 253,4 = 0$$

Circuito XIII $F_{13} = 499,16\text{km}$

RN 9 – IPIRANGA	+ 141,9885	+ V_{36}
IPIRANGA - Km 98,5	+ 7,4500	- V_{37}
Km 98,5 - ITU	- 186,3108	+ V_{32}
ITU - RN 9	+ 36,9309	+ V_{35}

$$13^{\text{a}} \text{ equação: } + 0,0586$$

$$+ V_{32} + V_{35} + V_{36} - V_{37} + 58,6 = 0$$

Circuito XIV $F_{14} = 448,33\text{km}$

IPIRANGA - Km 98,5	+ 7,4489	+ V_{38}
Km 98,5 – IPIRANGA	- 7,4500	+ V_{37}

$$14^{\text{a}} \text{ equação: } - 0,0011$$

$$+ V_{37} + V_{38} - 1,1 = 0$$

Circuito XV $F_{15} = 776,05\text{km}$

ITU - RN 9	+ 36,9309	+ V_{35}
RN 9 - 38 ^A	- 86,6274	+ V_{39}
38A - 30 – IGG	- 56,6636	+ V_{40}
30 - IGG - RN 21	+197,9122	+ V_{41}
RN 21 – ITU	- 91,6736	- V_{33}

$$15^{\text{a}} \text{ equação: } - 0,1215$$

$$- V_{33} + V_{35} + V_{39} + V_{40} + V_{41} - 121,5 = 0$$

Circuito XVI $F_{16} = 573,55\text{km}$

38 A - 40Y	+ 200,2670	+ V_{42}
40Y - 42F	- 209,1825	+ V_{43}
42F – OLÍMPIA	- 34,4465	+ V_{44}
OLÍMPIA - 30 – IGG	- 13,2047	+ V_{45}
30 - IGG - 38 ^A	+ 56,6636	- V_{40}

$$16^{\text{a}} \text{ equação: } + 0,0969$$

$$- V_{40} + V_{42} + V_{43} + V_{44} + V_{45} + 96,9 = 0$$

Circuito XVIIF₁₇= 655,25km

OLÍMPIA – 45O	- 12,1858	+ V ₄₆
45O - 47B	+ 314,2420	+ V ₄₇
47B - 49G	+ 198,3960	+ V ₄₈
49G - 42F	- 466,0313	+ V ₄₉
42F - OLÍMPIA	- 34,4465	- V ₄₄
17ª equação:	- 0,0256	

$$+ V_{44} + V_{46} + V_{47} + V_{48} + V_{49} - 25,6 = 0$$

Circuito XVIIIF₁₈= 989,54km

45O - 52Y	+ 244,7099	+ V ₅₀
52Y - 62Z	+ 203,2885	+ V ₅₁
62Z - 67S	- 66,3206	+ V ₅₂
67S - 69M	+ 317,4607	+ V ₅₃
69M - 47B	- 384,9907	+ V ₅₄
47B - 45O	- 314,2420	- V ₄₇
18ª equação:	- 0,0942	

$$- V_{47} + V_{50} + V_{51} + V_{52} + V_{53} + V_{54} - 94,2 = 0$$

Circuito XIXF₁₉= 927,73km

52 Y - 62 Z	+ 203,3870	+ V ₅₅
62 Z - 52 Y	- 203,2885	- V ₅₁
19ª equação:	+ 0,0985	

$$-V_{51} + V_{55} + 98,5 = 0$$

Circuito XXF₂₀= 1183,14km

85 U - 67 S	+ 65,0532	+ V ₅₈
67 S - 69 M	+317,4607	+ V ₅₃
69 M - 81 J	- 469,5058	- V ₅₆
81 J - 85 U	+ 87,0408	+ V ₅₇
20ª equação:	+ 0,0489	

$$+ V_{53} - V_{56} + V_{57} + V_{58} + 48,9 = 0$$

Circuito XXI

$$F_{21} = 1023,79\text{km}$$

49 G - 75 G	- 122,2306	+ V ₅₉
75 G - 78 O	+ 135,8454	+ V ₆₀
78 O - 81 J	- 296,4706	+ V ₆₁
81 J - 69 M	+ 469,5058	+ V ₅₆
69 M - 47 B	- 384,9907	+ V ₅₄
47 B - 49 G	+ 198,3960	+ V ₄₈

21ª equação:	+ 0,0553
--------------	----------

$$+ V_{48} + V_{54} + V_{56} + V_{59} + V_{60} + V_{61} + 55,3 = 0$$

Circuito XXII

$$F_{22} = 842,35\text{km}$$

81 J - 85 U	+ 87,0408	+ V ₅₇
85 U - 87 Q	+ 90,3870	+ V ₆₂
87 Q - 90 K	+ 100,9558	+ V ₆₃
90 K - 78 O	+ 18,0729	+ V ₆₄
78 O - 81 J	- 296,4706	+ V ₆₁

22ª equação:	- 0,0141
--------------	----------

$$+ V_{57} + V_{61} + V_{62} + V_{63} + V_{64} - 14,1 = 0$$

Circuito XXIII

$$F_{23} = 765,93\text{km}$$

90 K - 93 J	- 87,0128	+ V ₆₅
93 J - 94 S	+ 4,1540	+ V ₆₆
94 S - 95 Z	- 34,5515	+ V ₆₇
95 Z - 75 G	- 0,1483	+ V ₆₈
75 G - 78 O	+ 135,8454	+ V ₆₀
78 O - 90 K	- 18,0729	- V ₆₄

23ª equação:	+ 0,2139
--------------	----------

$$+ V_{60} - V_{64} + V_{65} + V_{66} + V_{67} + V_{68} + 213,9 = 0$$

Circuito XXIV

$$F_{24} = 708,98\text{km}$$

95 Z - 40 Y	- 134,7893	+ V ₆₉
40 Y - 42 F	- 209,1825	+ V ₄₃
42 F - 49 G	+ 466,0313	- V ₄₉
49 G - 75 G	- 122,2306	+ V ₅₉
75 G - 95 Z	+ 0,1483	- V ₆₈

24ª equação:	- 0,0228
--------------	----------

$$+ V_{43} - V_{49} + V_{59} - V_{68} + V_{69} - 22,8 = 0$$

Circuito XXV

$F_{25} = 1094,53\text{km}$

RJ - 18V - 100B	+ 38,1722	+ V_{71}
100B - RN - 9	+ 104,8925	+ V_{72}
RN - 9 - 38A	- 86,6274	+ V_{39}
38A - 40Y	+ 200,2670	+ V_{42}
40Y - 95Z	+ 134,7893	- V_{69}
95Z - 94 S	+ 34,5515	- V_{67}
94S - RJ 18V	- 426,1270	+ V_{70}

25ª equação: - 0,0819

$$+V_{39} + V_{42} - V_{67} - V_{69} + V_{70} + V_{71} + V_{72} - 81,9 = 0$$

Circuito XXVI

$F_{26} = 769,59\text{km}$

IPIRANGA - 100B	- 246,7157	+ V_{73}
100B - RN 9	+ 104,8925	+ V_{72}
RN 9 - IPIRANGA	+ 141,9885	+ V_{36}

26ª equação: + 0,1653

$$+ V_{36} + V_{72} + V_{73} + 165,3 = 0$$

Circuito XXVII

$F_{27} = 897,43\text{km}$

RJ 15E - 115N	+ 343,9193	+ V_{75}
115N - 121J	+ 480,8950	+ V_{76}
121J - 93 J	- 249,5430	+ V_{77}
93J - 94 S	+ 4,1540	+ V_{66}
94 S - RJ 18 V	- 426,1270	+ V_{70}
RJ 18 V - RJ 15 E	- 153,2391	+ V_{74}

27ª equação: + 0,0592

$$+ V_{66} + V_{70} + V_{74} + V_{75} + V_{76} + V_{77} + 59,2 = 0$$

Circuito XXVIII

$F_{28} = 721,87\text{km}$

93J - 121J	+ 249,5430	- V_{77}
121J - 106I	- 352,5339	+ V_{78}
106I - 87Q	+ 89,0700	+ V_{79}
87Q - 90K	+ 100,9558	+ V_{63}
90K - 93J	- 87,0128	+ V_{65}

28ª equação: + 0,0221

$$+ V_{63} + V_{65} - V_{77} + V_{78} + V_{79} + 22,1 = 0$$

Circuito XXIX

$$F_{29} = 817,01\text{km}$$

106I - 126R	- 405,2769	+ V_{80}
126R - 119K	- 63,4986	+ V_{81}
119K - 115N	+ 340,3589	+ V_{82}
115N - 121J	+ 480,8950	+ V_{76}
121J - 106I	- 352,5339	+ V_{78}
29ª equação:	- 0,0555	

$$+ V_{76} + V_{78} + V_{80} + V_{81} + V_{82} - 55,5 = 0$$

Circuito XXX

$$F_{30} = 555,51\text{km}$$

131T - 134T	+ 569,4108	+ V_{84}
134T - 126R	- 368,0582	+ V_{85}
126R - 119K	- 63,4986	+ V_{81}
119K - 131T	- 137,8070	+ V_{83}
30ª equação:	+ 0,0470	

$$+ V_{81} + V_{83} + V_{84} + V_{85} + 47,0 = 0$$

Circuito XXXI

$$F_{31} = 641,35\text{km}$$

134T - 148L	- 165,7041	+ V_{86}
148L - 176Z	- 586,3355	- V_{87}
176Z - RJ 6D	+ 94,7616	+ V_{88}
RJ 6D - RJ 7P	+ 0,8766	+ V_{89}
RJ 7P - 131T	+ 86,8668	- V_{90}
131T - 134T	+ 569,4108	+ V_{84}
31ª equação:	-0,1238	

$$+ V_{84} + V_{86} - V_{87} + V_{88} + V_{89} - V_{90} - 123,8 = 0$$

Circuito XXXII

$$F_{32} = 793,55\text{km}$$

148L - 176Z	- 586,4039	+ V_{91}
176Z - 148L	+ 586,3355	+ V_{87}
32ª equação:	- 0,0684	

$$+ V_{87} + V_{91} - 68,4 = 0$$

Circuito XXXIII

$$F_{33} = 761,85\text{km}$$

RJ 1O - RJ 6D	+ 101,1063	+ V_{95}
RJ 6D - RJ 7P	+ 0,8766	+ V_{89}
RJ 7P - RJ 10K	+ 373,2157	+ V_{92}
RJ 10K - RJ 1V	- 459,8809	+ V_{93}
RJ 1V - RJ 1O	- 15,3156	+ V_{94}
33ª equação:	+ 0,0021	

$$+ V_{89} + V_{92} + V_{93} + V_{94} + V_{95} + 2,1 = 0$$

Circuito XXXIV

$$F_{34} = 759,13\text{km}$$

115N - 119K	- 340,3589	- V_{82}
119K - 131T	- 137,8070	+ V_{83}
131T - RJ 7P	- 86,8668	+ V_{90}
RJ 7P - RJ 10K	+ 373,2157	+ V_{92}
RJ 10K - RJ 15E	- 152,0357	+ V_{96}
RJ 15E - 115N	- 343,9193	+ V_{75}
34ª equação:	+ 0,0666	

$$+ V_{75} - V_{82} + V_{85} + V_{90} + V_{92} + V_{96} + 66,6 = 0$$

Circuito XXXV

$$F_{35} = 899,18\text{km}$$

RJ 10K - RJ 15E	- 152,0357	+ V_{96}
RJ 15E - RJ 18V	+ 153,2391	- V_{74}
RJ 18V - RJ 1Z	- 461,3395	- V_{97}
RJ 1Z - RJ 1V	+ 0,2796	- V_{98}
RJ 1V - RJ 10K	+ 459,8809	- V_{93}
35ª equação:	+ 0,0244	

$$- V_{74} - V_{93} + V_{96} - V_{97} - V_{98} + 24,4 = 0$$

Circuito XXXVI

$$F_{36} = 79,16\text{km}$$

RJ 1J - RJ 1O	- 64,7117	+ V_{101}
RJ 1O - RJ 1V	+ 15,3156	- V_{94}
RJ 1V - RJ 1Z	- 0,2796	+ V_{98}
RJ 1Z - RJ 1H	+ 0,5831	+ V_{99}
RJ 1H - RJ 1J	+ 49,0682	+ V_{100}
36ª equação:	- 0,0244	

$$- V_{94} + V_{98} + V_{99} + V_{100} + V_{101} - 24,4 = 0$$

Circuito XXXVII

$$F_{37} = 20,45\text{km}$$

RJ 1F - RJ 1J	+ 46,1939	+ V_{104}
RJ 1J - RJ 1H	- 49,0682	- V_{100}
RJ 1H - RJ 1E	+ 34,7145	+ V_{102}
RJ 1E - RJ 1F	- 31,8426	+ V_{103}
37ª equação:	- 0,0024	

$$- V_{100} + V_{102} + V_{103} + V_{104} - 2,4 = 0$$

Circuito XXXVIII

$$F_{38} = 26,52\text{km}$$

RJ 1E - RJ 1F	- 31,8426	+ V_{103}
RJ 1F - RJ 1E	+ 31,8381	+ V_{105}
38ª equação:	- 0,0045	

$$+ V_{103} + V_{105} - 4,5 = 0$$

EQUAÇÕES CORRELATAS

Os pesos das linhas foram tomados inversamente proporcionais aos seus comprimentos, e adotados um fator de proporcionalidade $A = 200$, de maneira a ficar a relação $\frac{1}{p} = \frac{L}{A}$ com valor em torno da unidade.

Os coeficientes, em número de 38, correspondentes às diversas equações de condição, foram tomadas igual a 1 e com os sinais existentes nas equações de condição. E uma coluna Σ , na qual estão escritas as somas algébricas dos valores das diversas colunas, tomadas linha por linha, podendo-se, assim, organizar o quadro anexo das correções correlatas.

EQUAÇÕES NORMAIS

O quadro das equações normais será organizado, contendo:

- 1) uma coluna denominada “N^o”, onde serão escritas as 38 equações normais;
- 2) 38 colunas correspondentes aos 38 coeficientes, traçadas a partir da direita da coluna “N^o”;
- 3) uma coluna denominada “N” e
- 4) uma coluna “ Σ ”, conforme a seguinte explicação:

a) o 1^o coeficiente relativo à 1^a coluna é obtido quadrando os coeficientes da correspondente equação correlata, multiplicando-os pelo seu peso e somando os diversos valores:

$$[(+1)^2 \times 2,71 + (+1)^2 \times 0,87] = 3,58$$

Semelhantemente serão obtidos todos os primeiros coeficientes das diversas equações: da 2^a correspondente à coluna 2, da 3^a correspondente à coluna 3, e assim por diante, apresentando todos eles o sinal +, e chamados os termos diagonais. Continuando, para determinar os demais coeficientes da equação 1 (linha 1), veremos que o coeficiente da coluna 2, obtém-se multiplicando, no quadro das equações correlatas, o coeficiente da linha 2 pelo coeficiente da coluna 2 e pelo peso $(+1 \times -1 \times 0,87) = -0,87$.

Da mesma maneira, serão obtidos os coeficientes da linha 2 e relativos às colunas 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 e das demais linhas (equações).

b) Na coluna (N) estão escritas as constantes relativas ao erro de fechamento de cada circuito.

c) A coluna Σ é obtida multiplicando os termos da correspondente equação, no quadro das equações correlatas, pela coluna Σ e pelo fator $\frac{1}{p}$ no referido quadro, e somando-se o resultado com o termo constante constante “N”, no quadro das equações normais.

Assim, para o valor Σ da 1ª equação normal, teremos:

$$(+1) \times (+1) \times 2,71 + 278,40 = +281,11$$

Para o valor Σ da 2ª equação normal, teremos:

(-1) x 0 x 2,71	=	0,00
(+1) x (+1) x 1,93	=	+1,93
(+1) x 0 x 0,72	=	0,00
(+1) x (+1) x 0,06	=	+0,06
(+1) x (+2) x 0,54	=	+1,08
(+1) x (+2) x 1,24	=	+2,48
(+1) x (+2) x 0,42	=	+0,84
(+1) x 0 x 0,13	=	0,00
(+1) x 0 x 0,22	=	0,00
(+1) x (+2) x 0,36	=	+0,72
(+1) x (+1) x 0,31	=	<u>+0,31</u>
		+7,42
+7,42 - 245,40 =		-237,98

Analogamente, determinaremos os valores de Σ para as demais equações, a partir da 3ª.

Um cheque é obtido na formação das equações normais da seguinte maneira:

1º valor correspondente à linha 1 = soma dos valores contidos na linha 1, isto é:

$$+ 3,58 - 0,87 + 278,40 = +281,11$$

2º valor correspondente à linha 2 = soma dos valores da coluna 2, mais restantes valores da linha 2, à direita, isto é:

$$-0,87 + 6,80 - 0,22 + 0,36 - 0,13 + 0,42 + 1,24 + 0,54 - 0,72 - 245,40 = -237,98$$

E assim por diante, para as demais equações.

EQUAÇÕES CORRELATAS

M²⁰
↓

N ^o dos v ^o s	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	1/P				
1	+1																																						2,71	+ 1			
2	+1	-1																																						0,87	0		
3	+1																																							1,03	+ 1		
4	+1									- 1																														0,72	0		
5	+1																																							0,06	+ 1		
6	+1									+ 1																															0,54	+ 2	
7	+1										+ 1																														1,24	+ 2	
8	+1											+ 1																													0,42	+ 2	
9	+1																																								0,13	0	
10	+1	-1																																							0,22	0	
11	+1																																								0,86	+ 2	
12	+1																																								0,81	+ 1	
13																																									0,30	+ 2	
14																																									0,10	0	
15																																									0,31	+ 1	
16																																									0,30	+ 2	
17																																										0,27	+ 1
18																																									0,37	+ 1	
19																																									0,13	0	
20																																									0,34	+ 1	
21																																									0,58	0	
22																																									0,78	+ 1	
23																																									0,57	+ 1	
24																																									0,01	0	
25																																									0,63	+ 1	
26																																									2,35	+ 1	
27																																									0,44	+ 2	
28																																									0,55	+ 1	
29																																									0,49	+ 1	
30																																									0,38	0	
31																																									0,65	+ 1	
32																																									0,88	+ 2	
33																																									0,96	0	
34																																									0,94	+ 1	
35																																									0,58	+ 2	
																																									1,04	+ 2	

EQUAÇÕES CORRELATAS

N.º dos V.V.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	1/P				
59																						+1		+1																0,77	+ 2		
60																						+1	+1																		1,16	+ 2	
61																						+1	+1																		0,81	+ 2	
62																						+1																			0,49	+ 1	
63																						+1							+1												1,01	+ 2	
64																						+1	-1																		0,65	0	
65																						+1							+1												0,49	+ 1	
66																						+1						+1													0,80	+ 2	
67																						+1																			0,46	0	
68																						+1	-1																		0,56	0	
69																									+1	-1															1,29	0	
70																										+1	+1														1,09	+ 2	
71																																										0,81	+ 1
72																										+1	+1															1,64	+ 2
73																											+1															1,16	+ 1
74																												+1														1,24	0
75																												+1														0,28	+ 2
76																												+1														0,47	+ 2
77																												+1	-1													0,95	0
78																													+1	+1												1,68	+ 2
79																													+1													0,98	+ 1
80																														+1												1,29	+ 1
81																														+1	+1											0,61	+ 2
82																														+1												0,63	0
83																																										0,79	+ 2
84																														+1	+1											0,82	+ 2
85																														+1												0,75	+ 1
86																															+1											0,11	+ 1
87																																										1,24	0
88																															+1											0,55	+ 1
89																															+1	+1										0,50	+ 2
90																																										0,20	0
91																																										2,78	+ 1
92																																										0,94	+ 2

EQUAÇÃO

Número da Equação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	+3,58	-0,67																	
2		+0,80	-0,22	+0,36	-0,18	+0,42	+1,24	+0,54	-0,72										
3			+0,68	+0,20	-0,10														
4				+0,56															
5					+0,80	+0,30													
6						+1,22	-0,18												
7							+2,27	-0,56											
8								+1,83											
9									+1,98	-0,01									
10										+3,55	+0,44								
11											+1,28	-0,86							
12												+3,26	+0,80		-0,90				
13													+2,48	-0,02	+0,08				
14														+2,34					
15															+3,87	-0,90			
16																+2,87	+0,75		
17																	+3,27	-0,58	
18																		+1,94	-0,5
19																			+4,6
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
32																			
33																			
34																			
35																			
36																			
37																			
38																			
39																			
40																			
41																			

DES NORMAIS

107
107²

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	N.			
																						+278,40	+291,11	
																							-245,40	-237,98
																							-25,10	-24,36
																							-2,20	-1,18
																							+18,80	+19,67
																							-24,40	-22,50
																							-28,50	-25,68
																							-7,80	-5,79
																							+2,20	+3,40
																							+163,30	+147,28
																							-23,90	-22,58
																							+253,40	+255,80
																							+58,60	+62,54
																							-1,10	+0,62
																							-121,50	-118,81
																							+96,90	+100,18
																							-25,60	-21,90
0,52																							+0,72	-0,51
1,94																							-0,58	+0,61
																							+1,26	+4,63
																							+5,92	-0,40
																							+1,24	+5,11
																							+0,81	+1,16
																							+0,77	+4,21
																							-0,56	+1,01
																							+2,82	-0,56
																							-0,40	+0,50
																							+0,49	+3,53
																							-1,29	+5,45
																							+1,54	+1,02
																							+8,54	+4,48
																							-0,90	+0,47
																							+0,28	-1,24
																							+8,61	+1,05
																							+4,08	+0,61
																							+3,77	+0,62
																							+8,21	-1,24
																							+0,50	-0,80
																							+3,97	+8,81
																							+0,54	-0,72
																							-0,12	+3,98
																							+0,98	+4,49
																							-0,04	+0,40
																							-0,04	+0,10
																							-24,40	-24,20
																							-2,40	-2,34
																							+0,18	-4,50
																							-4,87	-4,87

RESOLUÇÃO DAS EQUAÇÕES NORMAIS *

* Maiores detalhes sobre a resolução das equações serão encontrados na Publicação n.7 da Série B da Biblioteca Geográfica Brasileira “Ajustamento Preliminar de uma Rede de Nivelamento” - C.N.G - 1948.

Adotado o método de Doolittle, foram encontrados os seguintes valores:

a) para os correlativos:

$C_{38} = + 34,615$	$C_{19} = - 17,440$
$C_{37} = + 47,605$	$C_{18} = + 30,607$
$C_{36} = + 58,972$	$C_{17} = + 38,539$
$C_{35} = - 22,055$	$C_{16} = - 56,168$
$C_{34} = + 15,462$	$C_{15} = - 14,432$
$C_{33} = - 15,324$	$C_{14} = + 5,890$
$C_{32} = + 37,814$	$C_{13} = + 23,264$
$C_{31} = + 65,906$	$C_{12} = - 83,440$
$C_{30} = - 43,8336$	$C_{11} = - 9,396$
$C_{29} = + 35,007$	$C_{10} = - 41,500$
$C_{28} = - 29,250$	$C_9 = + 10,542$
$C_{27} = - 40,967$	$C_8 = - 7,057$
$C_{26} = - 72,972$	$C_7 = - 5,882$
$C_{25} = + 55,336$	$C_6 = + 12,708$
$C_{24} = + 41,503$	$C_5 = - 17,545$
$C_{23} = - 22,230$	$C_4 = - 32,233$
$C_{22} = + 17,463$	$C_3 = + 44,347$
$C_{21} = - 29,045$	$C_2 = + 31,900$
$C_{20} = - 17,033$	$C_1 = - 70,013$

b) para as correções:

$V_1 = - 189,7$	$V_{12} = + 9,9$
$V_2 = - 88,7$	$V_{13} = + 2,4$
$V_3 = + 61,6$	$V_{14} = + 6,2$
$V_4 = + 15,3$	$V_{15} = + 13,8$
$V_5 = + 1,9$	$V_{16} = - 1,5$
$V_6 = + 13,4$	$V_{17} = - 4,7$
$V_7 = + 32,3$	$V_{18} = + 4,8$
$V_8 = + 18,7$	$V_{19} = + 2,4$
$V_9 = + 6,4$	$V_{20} = + 2,0$
$V_{10} = - 2,7$	$V_{21} = + 0,6$
$V_{11} = - 0,1$	$V_{22} = - 5,2$

$V_{23} = + 6,0$
 $V_{24} = + 0,5$
 $V_{25} = + 6,6$
 $V_{26} = - 93,4$
 $V_{27} = - 14,1$
 $V_{28} = - 35,3$
 $V_{29} = + 4,6$
 $V_{30} = + 33,4$
 $V_{31} = - 54,2$
 $V_{32} = - 21,1$
 $V_{33} = - 66,3$
 $V_{34} = - 78,4$
 $V_{35} = + 5,2$
 $V_{36} = 51,7$
 $V_{37} = - 9,0$
 $V_{38} = + 10,1$
 $V_{39} = + 24,5$
 $V_{40} = + 37,6$
 $V_{41} = - 12,1$
 $V_{42} = - 0,1$
 $V_{43} = - 6,2$
 $V_{44} = - 13,2$
 $V_{45} = - 39,8$
 $V_{46} = + 29,3$
 $V_{47} = + 4,2$
 $V_{48} = + 6,8$
 $V_{49} = - 1,5$
 $V_{50} = + 26,0$
 $V_{51} = + 27,9$
 $V_{52} = + 34,2$
 $V_{53} = + 8,3$
 $V_{54} = + 2,0$
 $V_{55} = - 70,6$
 $V_{56} = - 4,8$
 $V_{57} = + 0,5$
 $V_{58} = - 62,5$
 $V_{59} = + 9,6$
 $V_{60} = - 59,5$
 $V_{61} = - 9,4$
 $V_{62} = + 8,7$
 $V_{63} = - 11,9$
 $V_{64} = + 26,20$

$V_{65} = - 25,2$
 $V_{66} = - 31,6$
 $V_{67} = - 35,7$
 $V_{68} = - 17,8$
 $V_{69} = + 15,7$
 $V_{70} = + 17,2$
 $V_{71} = - 28,9$
 $V_{72} = - 84,7$
 $V_{73} = - 23,5$
 $V_{74} = - 5,9$
 $V_{75} = - 2,8$
 $V_{76} = - 11,1$
 $V_{77} = + 6,2$
 $V_{78} = - 2,3$
 $V_{79} = + 45,2$
 $V_{80} = - 5,4$
 $V_{81} = + 12,3$
 $V_{82} = - 22,4$
 $V_{83} = + 13,7$
 $V_{84} = - 32,9$
 $V_{85} = + 7,3$
 $V_{86} = - 34,8$
 $V_{87} = + 23,1$
 $V_{88} = - 35,7$
 $V_{89} = + 25,3$
 $V_{90} = - 19,6$
 $V_{91} = + 103,2$
 $V_{92} = + 0,1$
 $V_{93} = + 4,8$
 $V_{94} = - 8,9$
 $V_{95} = - 23,4$
 $V_{96} = - 6,5$
 $V_{97} = + 33,4$
 $V_{98} = + 3,2$
 $V_{99} = + 4,7$
 $V_{100} = + 0,5$
 $V_{101} = + 7,1$
 $V_{102} = + 1,0$
 $V_{103} = 0,0$
 $V_{104} = + 1,9$
 $V_{105} = + 4,5$

Com os resultados supra, podemos organizar os quadros que se seguem para verificação dos fechamentos dos circuitos.

VERIFICAÇÃO DOS FECHAMENTOS DOS CIRCUITOS

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
-189,7	+88,7	+2,4	-0,1	-6,4	+4,8	-2,0	-5,2	-15,3	-0,5
-88,7	+61,6	+2,7	+2,4	-1,5	+2,4	+0,6	+13,4	+6,0	-93,4
-278,4	+15,3	+6,2	+2,3	-4,7	+18,7	+32,3	-0,6	+0,5	-14,1
	+1,9	+13,8		-6,2	-1,5	-2,4	+6,6	-35,3	
	+13,4	+25,1		-18,8	+24,4	+28,5	+7,6	-2,2	-143,3
	+32,3								
	+18,7								
	+6,4								
	-2,7								
-0,1									
+9,9									
+245,4									
+278,4	-245,4	-25,1	-2,3	+18,8	-24,4	-28,5	-7,6	+2,2	+143,3
- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -

XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	
+4,6	-54,2	-51,7	+10,1	+5,2	-0,1	+29,3	-26,0	-70,6	-62,5	+9,6	
+33,4	-21,1	+9,0	-9,0	+24,5	-6,2	+4,2	+27,9	-27,9	+8,3	-59,5	
-14,1	-66,3	-21,1	+1,1	+37,6	-13,2	+6,8	+34,2	-98,5	+4,8	-9,4	
+23,9	-78,4	+5,2		-12,1	-39,8	-1,5	+8,3		+0,5	-4,8	
	-33,4	-58,6		+66,3	-37,6	-13,2	+2,0		+2,0		
	-253,4			+121,5	-96,9	+25,6	-4,2		-48,9	+6,8	
					+94,2		-55,3				
-23,9	+253,4	+58,6	-1,1	-121,5	+96,9	-25,6	-94,2	+98,5	+48,9	+55,3	
- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	

XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI
+0,5	-25,2	-6,2	+17,2	-84,7	-5,9	+11,1	+45,2	+13,7	+7,3
+8,7	-31,6	+1,5	-28,9	-28,9	-2,8	+6,2	-5,4	-32,9	+34,8
-11,9	-35,7	+9,6	+24,5	-51,7	-11,1	-2,3	+12,3	-5,4	+23,1
+26,2	-35,7	+35,7	-0,1	-165,3	-31,6	-11,9	-2,8	-22,4	+25,3
-9,4	-59,5	-17,8	+17,8		+15,7	-25,2	+6,2	-47,0	+19,6
+14,1	-26,2	+22,8	+35,7	-23,5	-22,1	+55,5	+47,0		+13,7
	-213,9		+15,7	-59,2				+123,8	
			+81,9						
-14,1	+213,9	-22,8	-81,9	+165,3	+59,2	+22,1	-55,5	+47,0	-123,8
- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -

XXXII	XXXIII	XXXIV	XXXV	XXXVI	XXXVII	XXXVIII
+103,2	-23,4	-12,3	-6,5	+7,1	+1,9	0,0
-34,8	+25,3	-22,4	+23,5	+8,9	-0,5	+4,5
+68,4	+0,1	-19,6	-33,4	+3,2	+1,0	+4,5
	+4,8	+0,1	-3,2	+4,7	0,0	
	-8,9	-6,5	-4,8	+0,5	+2,4	
	-2,1	-5,9	-24,4	+24,4		
		-66,6				
-68,4	+2,1	+66,6	+24,4	-24,4	-2,4	-4,5
- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -

De posse dos valores das correções relativas às diversas linhas, poderemos obter o seguinte quadro, que nos dará para as “diferenças de altitude ajustadas”.

Nº	DENOMINAÇÃO	Diferença de Altitude	CORREÇÃO	Dif. de Altitude Ajustada
1	3 L - RN 89,39	+ 954,6719	- 189,7	+ 954,4822
2	RN 89,39 - 3 L	- 954,3935	- 88,7	- 954,4822
3	RN 89,39 - 19 J	- 184,5766	+ 61,6	- 184,5150
4	19 J - 17 I	- 758,8563	+ 15,3	- 758,8410
5	17 I - 15 N	- 18,9386	- 1,9	- 18,9367
6	15 N - 9 Y	+ 22,8896	+ 13,4	+ 22,9030
7	9 Y - S. 5T	+ 162,2300	+ 32,3	+ 162,2623
8	S. 5T - S. 4E	- 138,6889	+ 18,7	- 138,6702
9	S. 4E - P. 1K	- 36,3277	+ 6,4	- 36,3213
10	P. 1K - P. 1T	+ 175,9286	- 2,3	+ 175,9263
11	P. 1T - P. 2B	- 106,2625	- 0,1	- 106,2626
12	P. 2B - 3 L	- 72,0365	+ 9,9	- 72,0266
13	P. 2B - P. 1T	+ 106,2602	+ 2,4	+ 106,2626
14	P. 1K - 1 G	- 4,0472	+ 6,2	- 4,0410
15	1 G - P. 2B	+ 73,6905	+ 13,8	+ 73,7043
16	S. 4E - P. 4P	- 29,9320	- 1,5	- 29,9335
17	P. 4P - 1 G	- 10,4241	- 4,7	- 10,4288
18	P. 4P - S. 5N	- 12,4700	+ 4,8	- 12,4652
19	S. 5N - S. 5T	+ 181,0665	+ 2,4	+ 181,0689
20	S. 5N - 8 P	- 5,0135	- 2,0	- 5,0355
21	8 P - 9 Y	+ 23,8215	+ 0,6	+ 23,8221
22	8 P - 15 N	+ 0,9243	- 5,2	+ 0,9191
23	19 J - 21 A	+ 134,8814	+ 6,0	+ 134,8874
24	21 A - 21 B	- 17,4816	+ 0,5	- 17,4811
25	21 B - 17 I	- 876,2539	+ 6,6	- 876,2473
26	21 A - MM Itapeva	- 233,2686	- 93,4	- 233,3620
27	MM. Itapeva - Apiaí	+ 243,1308	+ 14,1	+ 243,1167
28	Apiaí - 21 B	- 27,2005	- 35,3	- 27,2358
29	Apiaí - 4 IGG	- 220,1132	+ 4,6	- 220,1086
30	4 IGG - MM Itapeva	- 23,0415	+ 33,4	- 23,0081
31	4 IGG - km 98,5	+ 75,4206	- 54,2	+ 75,3664
32	km 98,5 - Itu	- 186,3108	- 21,1	- 186,3319
33	Itu - RN 21	+ 91,6736	- 66,3	+ 91,6073
34	RN 21 - MM. Itapeva	- 3,5715	- 78,4	- 3,6499
35	Itu - RN 9	+ 36,9309	+ 5,2	+ 36,9361
36	RN 9 - Ipiranga	+ 141,9885	- 51,7	+ 141,9368
37	km 98,5 - Ipiranga	- 7,4500	- 9,0	- 7,4590

Nº	DENOMINAÇÃO	Diferença de Altitude	CORREÇÃO	Dif. de Altitude Ajustada
38	Ipiranga - km 98,5	+ 7,4489	+ 10,01	+ 7,4590
39	RN 9 - 38 A	- 86,6274	+ 24,5	- 86,6029
40	38 A - 30 IGG	- 56,6636	+ 37,6	- 56,6260
41	30 IGG - RN 21	+ 197,9122	- 12,1	+ 197,9001
42	38 A - 40 Y	+ 200,2670	- 0,1	+ 200,2669
43	40 Y - 42 F	- 209,1825	- 6,2	- 209,1887
44	42 F - Olimpia	- 34,4465	- 13,2	- 34,4597
45	Olimpia - 30 IGG	- 13,2047	- 39,8	- 13,2445
46	Olimpia - 45 O	- 12,1858	+ 29,3	- 12,1565
47	45 O - 47 B	+ 314,2420	+ 4,2	+ 314,2462
48	47 B - 49 G	+ 198,3960	+ 6,8	+ 198,4028
49	49 G - 42 F	- 466,0313	- 1,5	- 466,0328
50	45 O - 52 Y	+ 244,7099	+ 26,0	+ 244,7359
51	52 Y - 62 Z	+ 203,2885	+ 27,9	+ 203,3164
52	62 Z - 67 S	- 66,3206	+ 34,2	- 66,2864
53	67 S - 69 M	+ 317,4607	+ 8,3	+ 317,4690
54	69 M - 47 B	- 384,9907	+ 2,0	- 384,9887
55	52 Y - 62 Z	+ 203,3870	- 70,6	+ 203,3164
56	81 J - 69 M	+ 469,5058	- 4,8	+ 469,5010
57	81 J - 85 U	+ 87,0408	+ 0,5	+ 87,0413
58	85 U - 67 S	+ 65,0532	- 62,5	+ 64,9907
59	49 G - 75 G	- 122,2306	+ 9,6	- 122,2210
60	75 G - 78 O	+ 135,8454	59,5	+ 135,7859
61	78 O - 81 J	- 296,4706	- 9,4	- 296,4800
62	85 U - 87 Q	+ 90,3870	+ 8,7	+ 90,3957
63	87 Q - 90 K	+ 100,9558	- 11,9	+ 100,9439
64	90 K - 78 O	+ 18,0729	+ 26,2	+ 18,0991
65	90 K - 93 J	- 87,0128	- 25,2	- 87,0380
66	93 J - 94 S	+ 4,1540	- 31,6	+ 4,1224
67	94 S - 95 Z	- 34,5515	- 35,7	- 34,5872
68	95 Z - 75 G	- 0,1483	- 35,7	- 0,1840
69	95 Z - 40 G	- 134,7893	- 17,8	- 134,8071
70	94 S - RJ 18 V	- 426,1270	+ 15,7	- 426,1113
71	RJ 18 V - 100 B	+ 38,1722	+ 17,2	+ 38,1894
72	100 B - RN 9	+ 104,8925	- 28,9	+ 104,8636
73	Ipiranga - 100 B	- 246,7157	- 84,7	- 246,8004
74	RJ 18 V - RJ 15 E	- 153,2391	- 23,5	- 153,2626
75	RJ 15 E - 115 N	+ 343,9193	- 5,9	+ 343,9134
76	115 N - 121 J	+ 480,8950	- 2,8	+ 480,8922
77	121 J - 93 J	- 249,5430	- 11,1	- 249,5541
78	121 J - 106 I	- 352,5339	+ 6,2	- 352,5277

Nº	DENOMINAÇÃO	Diferença de Altitude	CORREÇÃO	Dif. de Altitude Ajustada
79	106 I - 87 Q	+ 89,0700	- 2,3	+ 89,0677
80	106 I - 126 R	- 405,2769	+ 45,2	- 405,2317
81	126 R - 119 K	- 63,4986	- 5,4	- 63,5040
82	119 K - 115 N	+ 340,3589	+ 12,3	+ 340,3712
83	119 K - 131 T	- 137,8070	- 22,4	- 137,8294
84	131 T - 134 T	+ 569,4108	+ 13,7	+ 569,4245
85	134 T - 126 R	- 368,0582	- 32,9	- 368,0911
86	134 T - 148 L	- 165,7041	+ 7,3	- 165,6968
87	176 Z - 148 L	+ 586,3355	- 34,8	+ 586,3007
88	176 Z - RJ 6 D	+ 94,7616	+ 23,1	+ 94,7847
89	RJ 6 D - RJ 7 P	+ 0,8766	+ 25,3	+ 0,9019
90	131 T - RJ 7 P	- 86,8668	- 19,6	- 86,8864
91	148 L - 176 Z	- 586,4039	+ 103,2	- 586,3007
92	RJ 7 P - RJ 10 K	+ 373,2157	+ 0,1	+ 373,2158
93	RJ 10 K - RJ 1 V	- 459,8809	+ 4,8	- 459,8761
94	RJ 1 V - RJ 1 O	- 15,3156	- 8,9	- 15,3245
95	RJ 1 O - RJ 6 D	+ 101,1063	- 23,4	+ 101,0829
96	RJ 10 K - RJ 15 E	- 152,0357	- 6,5	- 152,0422
97	RJ 1 Z - RJ 18 V	+ 461,3395	+ 33,4	+ 461,3729
98	RJ 1 V - RJ 1 Z	- 0,2796	+ 3,2	- 0,2764
99	RJ 1 Z - RJ 1 H	+ 0,5831	+ 4,7	+ 0,5878
100	RJ 1 H - RJ 1 J	+ 49,0682	+ 0,5	+ 49,0687
101	RJ 1 J - RJ 1 O	- 64,7117	+ 7,1	- 64,7046
102	RJ 1 H - RJ 1 E	+ 34,7145	+ 1,0	+ 34,7155
103	RJ 1 E - RJ 1 F	-31,8426	0,0	- 31,8426
104	RJ 1 F - RJ 1 J	+ 46,1939	+ 1,9	+ 46,1958
105	RJ 1 F - RJ 1 E	+ 31,8381	+ 4,5	+ 31,8426

Por último, foi feita a distribuição linear das correções obtidas nas linhas pelas diferentes RN, e organizadas as listas de altitude referentes aos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Espírito Santo e Rio de Janeiro, as quais fazem parte de outras publicações.

Índice

Consideração Inicial	1
Croqui	1
Quadro de Ajustamento	1 à 6
Equações de Condição	7 à 19
Equações Correlatas	20
Equações Normais	20 à 22
Resolução das Equações Normais	22 à 25
Verificação dos Fechamentos dos Circuitos	26 à 27
“Diferenças de Altitudes Ajustadas” - Quadros -	28 à 32