

CAPÍTULO 8 – ESTUDO DE CASO

Criado pela Fundação (IBGE), o Projeto de Mudança do Referencial Geodésico (PMRG), constituído por grupos de trabalho compostos por técnicos e pesquisadores da própria instituição, de universidades e de empresas, além de um estudo geral a respeito dessa mudança com uma visualização dos impactos decorrentes da mesma, também fez uma comparação entre os sistemas geodésicos atuais e o SIRGAS 2000 com o objetivo de avaliar as variações dos comprimentos dos arcos de meridiano e paralelo, das áreas e das linhas geodésicas referentes aos sistemas SAD 69, Córrego Alegre, WGS-84 e SIRGAS 2000.

Foram consultadas para a pesquisa, as folhas: Macapá (NA 22), Belém (SA 22), Contamana (SC 18), Rio Branco (SC 19), Rio São Francisco (SC 23), Aracaju (SC 24), Porto Alegre (SH 22) e Lagoa Mirim (SI 22), todas na escala de 1:1.000.000 representadas na Figura 8-1. Todos os cálculos foram realizados sobre o elipsóide correspondente ao sistema geodésico avaliado. O cálculo do arco de meridiano foi executado entre o intervalo dos valores das latitudes, sendo os valores adquiridos representados na Tabela 8.1, com uma visualização da diferença, no Gráfico 8.1. O cálculo do arco de paralelo foi executado no intervalo dos valores das longitudes representados na Tabela 8.2, com visualização no Gráfico 8.2. As áreas foram calculadas a partir do recorte das folhas ao milionésimo e representados na Tabela 8.3 com visualização no Gráfico 8.3. As linhas geodésicas foram calculadas tendo-se como referência os cantos inferior direito e o superior esquerdo das folhas sendo os comprimentos representados na Tabela 8.4 com visualização no Gráfico 8.4 e os azimutes representados na Tabela 8.5 com visualização no Gráfico 8.5.

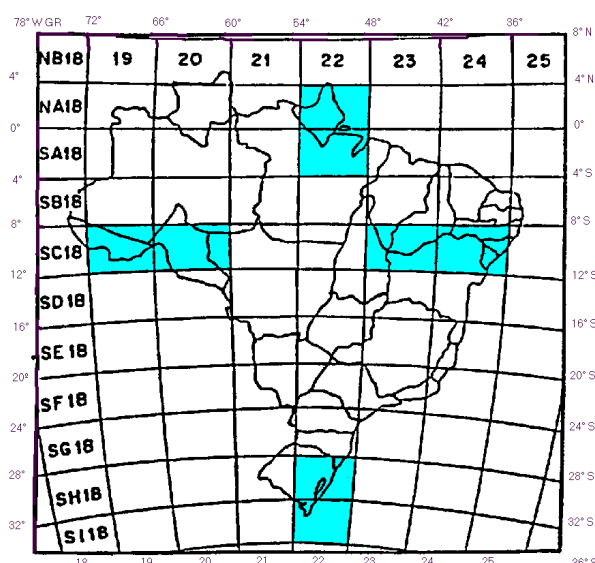


Figura 8.1 - Posicionamento das cartas ao milionésimo utilizadas na pesquisa.

Tabela 8.1

Comparação do comprimento dos arcos de meridiano entre os sistemas geodésicos: SIRGAS 2000 e os atuais.

(Os valores estão representados em metros)

$\Phi 1$	$\Phi 2$	SIRGAS 2000	Córrego Alegre	SAD-69 (1996)	WGS-84 (G1150)	Diferença CA	Diferença SAD-69	Diferença WGS-84
-32	-36	443690.236	443700.962	443691.797	443690.236	-10.726	-1.561	0.000
-28	-32	443410.686	443420.223	443412.240	443410.686	-9.536	-1.554	0.000
-8	-12	442432.757	442438.141	442434.284	442432.757	-5.383	-1.527	0.000
-4	0	442304.312	442309.150	442305.835	442304.312	-4.839	-1.523	0.000
0	4	442304.312	442309.150	442305.835	442304.312	-4.839	-1.523	0.000

Gráfico 8.1

Visualização das diferenças entre os comprimentos dos arcos de meridiano nos sistemas apresentados.

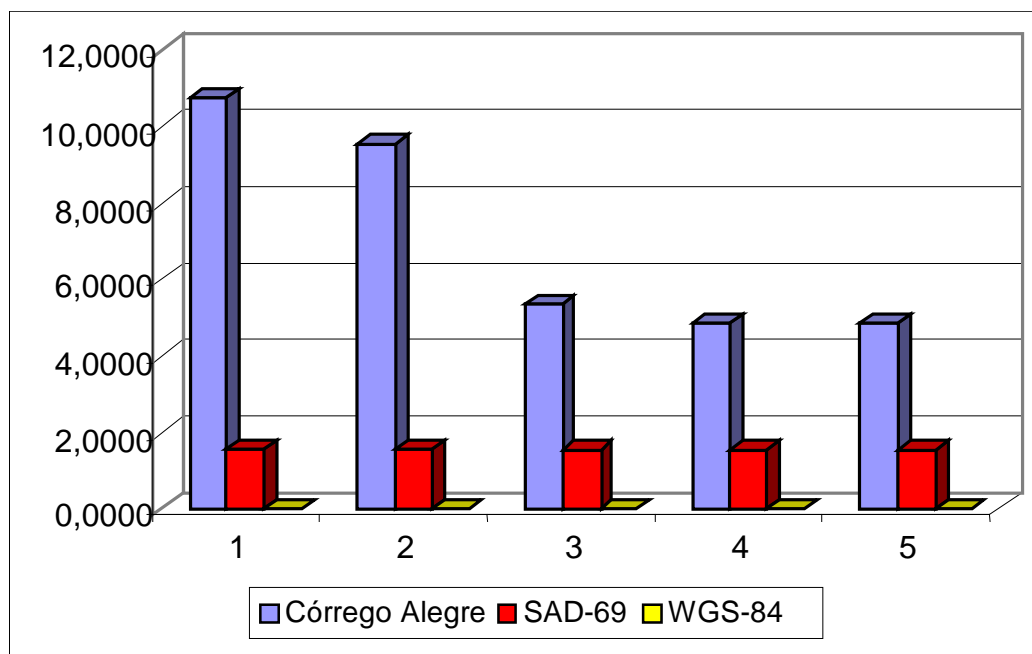


Tabela 8.2

Comparação do comprimento dos arcos de paralelo entre os sistemas geodésicos: SIRGAS 2000 e os atuais.

(Os valores estão representados em metros)

Φ	λ_1	λ_2	SIRGAS 2000	Córrego Alegre	SAD-69 (1996)	WGS-84 (G1150)	Diferença CA	Diferença SAD-69	Diferença WGS-84
-36	-48	-54	540982.126	541006.066	540984.092	540982.126	-23.939	-1.966	0.000
-32	-48	-54	566958.851	566983.419	566960.908	566958.851	-24.568	-2.057	0.000
-28	-48	-54	590171.207	590196.275	590173.346	590171.207	-25.068	-2.139	0.000
-12	-66	-72	653415.906	653442.020	653418.265	653415.906	-26.114	-2.359	0.000
-12	-36	-42	653415.906	653442.020	653418.265	653415.906	-26.114	-2.359	0.000
-8	-66	-72	661459.708	661485.920	661462.094	661459.708	-26.212	-2.386	0.000
-8	-36	-42	661459.708	661485.920	661462.094	661459.708	-26.212	-2.386	0.000
-4	-48	-54	666300.785	666327.051	666303.188	666300.785	-26.267	-2.403	0.000
0	-48	-54	667916.944	667943.229	667919.353	667916.944	-26.285	-2.409	0.000
4	-48	-54	666300.785	666327.051	666303.188	666300.785	-26.267	-2.403	0.000

Gráfico 8.2

Visualização das diferenças entre os comprimentos dos arcos de paralelo nos sistemas apresentados.

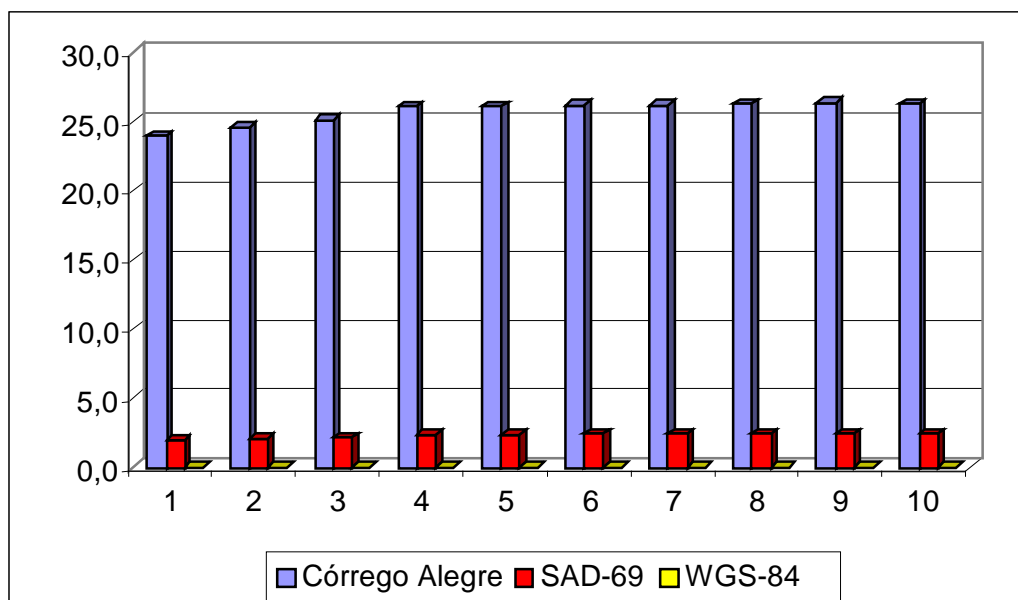


Tabela 8.3

Comparação das áreas entre os sistemas geodésicos: SIRGAS 2000 e os atuais.

(Os valores estão representados em Km²)

Φ1	Φ2	λ1	λ2	SIRGAS 2000	Córrego Alegre	SAD-69 (1996)	WGS-84 (G1150)	Diferença CA	Diferença SAD-69	Diferença WGS-84
-32	-36	-48	-54	245890.715	245907.423	245892.473	245890.715	-16.708	-1.758	0.000
-28	-32	-48	-54	256645.640	256662.166	256647.469	256645.640	-16.526	-1.830	0.000
-8	-12	-72	-78	290989.452	291004.569	290991.506	290989.452	-15.117	-2.054	0.000
-8	-12	-66	-72	290989.452	291004.569	290991.506	290989.452	-15.117	-2.054	0.000
-8	-12	-42	-48	290989.452	291004.569	290991.506	290989.452	-15.117	-2.054	0.000
-8	-12	-36	-42	290989.452	291004.569	290991.506	290989.452	-15.117	-2.054	0.000
-4	0	-48	-54	295184.227	295199.079	295186.308	295184.227	-14.852	-2.081	0.000
0	4	-48	-54	295184.227	295199.079	295186.308	295184.227	-14.852	-2.081	0.000

Gráfico 8.3

Visualização das diferenças entre as áreas nos sistemas apresentados.

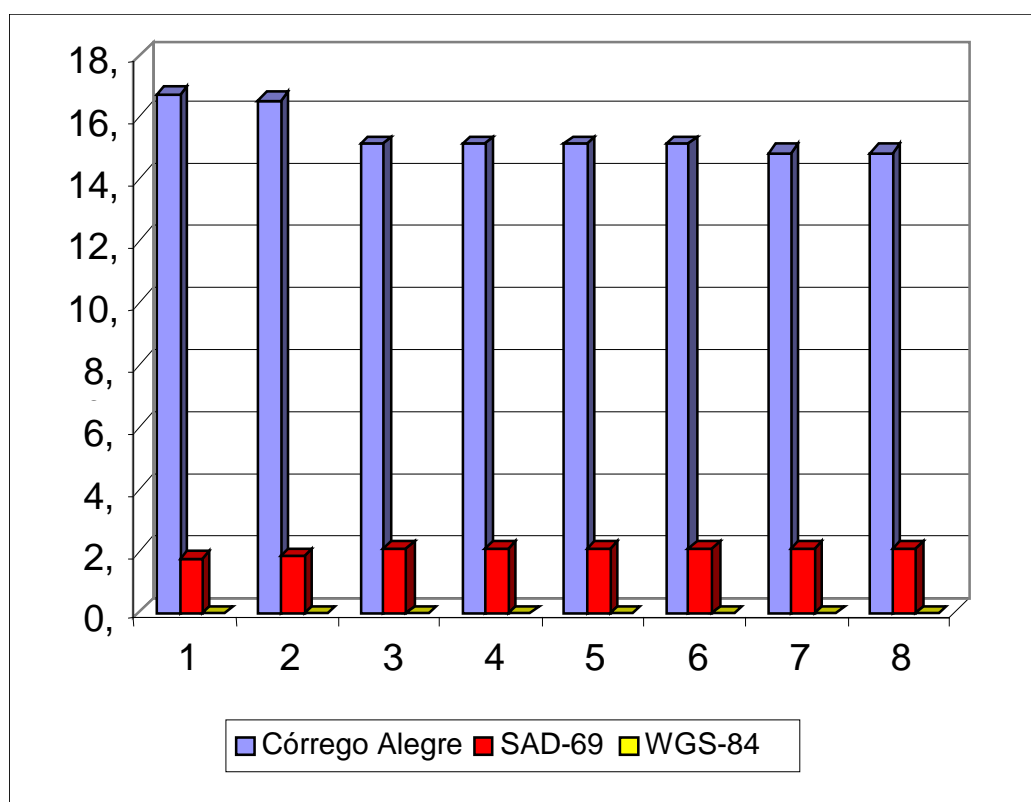


Tabela 8.4

Comparação da linha geodésica (comprimento) entre os sistemas geodésicos: SIRGAS 2000 e os atuais.

(Os valores estão representados em metros)

$\Phi 1$	$\lambda 1$	$\Phi 2$	$\lambda 2$	SIRGAS 2000	Córrego Alegre	SAD-69 (1996)	WGS-84 (G1150)	Diferença CA	Diferença SAD-69	Diferença WGS-84
-36	-48	-32	-54	709743.526	709769.163	709746.073	709743.526	-25.636	-2.546	0.000
-32	-48	-28	-54	728978.560	729004.061	728981.171	728978.560	-25.501	-2.610	0.000
-12	-72	-8	-78	792648.768	792673.483	792651.589	792648.768	-24.715	-2.821	0.000
-12	-66	-8	-72	792648.768	792673.483	792651.589	792648.768	-24.715	-2.821	0.000
-12	-42	-8	-48	792648.768	792673.483	792651.589	792648.768	-24.715	-2.821	0.000
-12	-36	-8	-42	792648.768	792673.483	792651.589	792648.768	-24.715	-2.821	0.000
-4	-48	0	-54	800640.651	800665.229	800643.499	800640.651	-24.578	-2.847	0.000
0	-48	4	-54	800640.651	800665.229	800643.499	800640.651	-24.578	-2.847	0.000

Gráfico 8.4

Visualização das diferenças entre os comprimentos das linhas geodésicas nos sistemas apresentados.

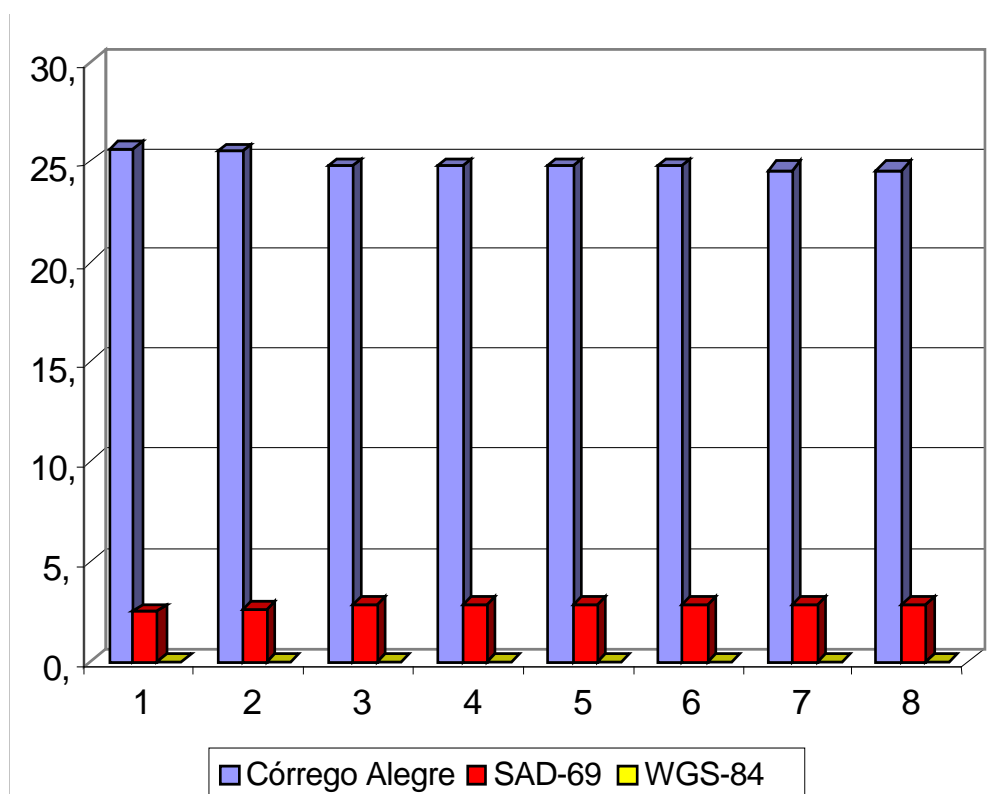


Tabela 8.5

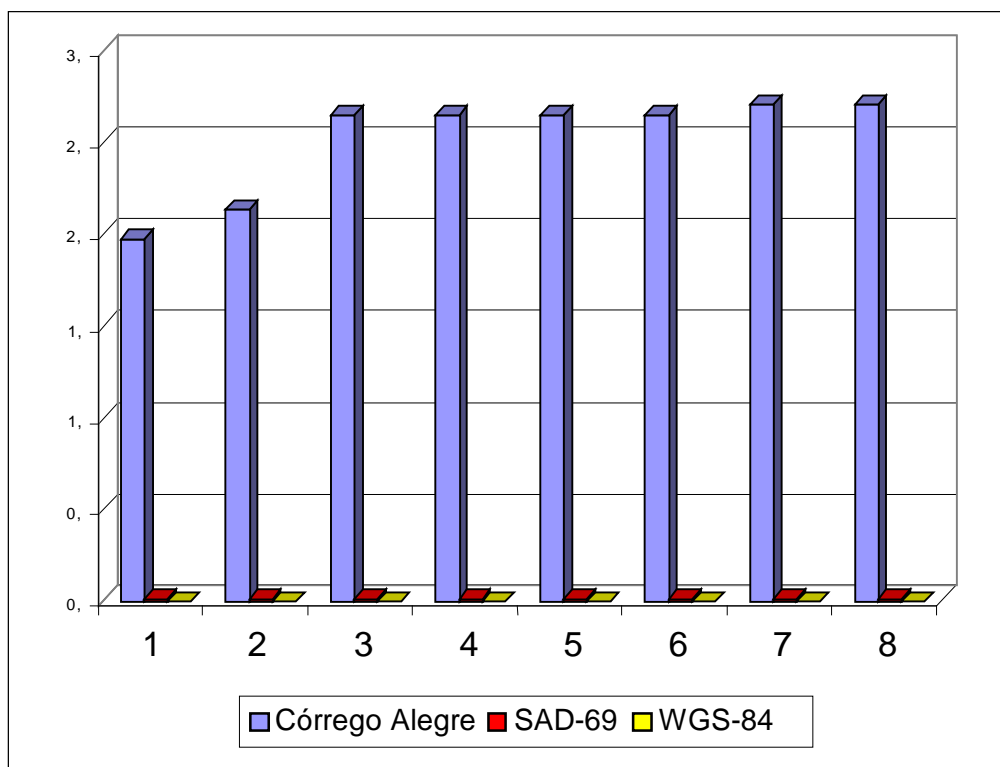
Comparação da linha geodésica (azimute) entre os sistemas geodésicos: SIRGAS 2000 e os atuais.

(Os valores estão representados em ângulo decimal)

$\Phi 1$	$\lambda 1$	$\Phi 2$	$\lambda 2$	SIRGAS 2000	Córrego Alegre	SAD-69 (1996)	WGS-84 (G1150)	Diferença CA	Diferença SAD-69	Diferença WGS-84
-36	-48	-32	-54	306.96429	306.963743	306.964288	306.96429	1.97	0.01	0.00
-32	-48	-28	-54	305.91676	305.916173	305.916761	305.91676	2.13	0.01	0.00
-12	-72	-8	-78	303.37162	303.370890	303.371619	303.37162	2.64	0.02	0.00
-12	-66	-8	-72	303.37162	303.370890	303.371619	303.37162	2.64	0.02	0.00
-12	-42	-8	-48	303.37162	303.370890	303.371619	303.37162	2.64	0.02	0.00
-12	-36	-8	-42	303.37162	303.370890	303.371619	303.37162	2.64	0.02	0.00
-4	-48	0	-54	303.39461	303.393860	303.394606	303.39461	2.70	0.02	0.00
0	-48	4	-54	303.60433	303.603578	303.604324	303.60433	2.70	0.02	0.00

Gráfico 8.5

Visualização das diferenças entre os azimutes das linhas geodésicas nos sistemas apresentados.



Após esse estudo, e tendo-se como aceitável um erro gráfico de 0,2 mm na escala da carta, conclui-se que, com as diferenças calculadas, não se teriam problemas para as escalas de 1:250.000 e menores.

O novo referencial geocêntrico, como já dito anteriormente, não virá a alterar a articulação do mapeamento sistemático, mas apenas os elementos internos das folhas que deverão ser adequados ao novo enquadramento devido à mudança de suas coordenadas geodésicas, devendo-se alterar também as coordenadas UTM. Esta mudança também servirá como um sinalizador para a cartografia atual, mostrando as bases cartográficas que não podem ser transformadas para o novo sistema e requerem um novo mapeamento.

Saber se uma determinada carta topográfica merece simplesmente ser transformada para o novo referencial, requer um estudo aprofundado da região recoberta pela mesma, visando a identificação de desenvolvimentos da área em questão e determinando-se a necessidade de uma transformação com uma atualização ou um novo mapeamento. Com este pensamento, e que servirá como exemplo, foi feito um estudo a respeito da possibilidade de se fazer uma atualização ou um novo mapeamento de uma determinada área do município de Parati. Tem-se na área em questão a cobertura por folhas em duas escalas diferentes: uma na escala de 1:50.000 do ano de 1988, tendo como nome o do próprio município, Parati, e referida ao sistema geodésico Córrego Alegre; uma outra na escala de 1:25.000 do ano de 1985, identificada como Mambucaba e referida ao sistema geodésico SAD-69. Na área em estudo, existe atualmente uma vila conhecida como Vila Perequê, da qual, na folha de 1:50.000, não aparecem vestígios, devido a ser uma representação sem importância para a escala em questão (Figura 8.2). Já na carta em 1:25.000, aparece uma vila residencial de nome Mambucaba e traços de um novo povoamento que está se definindo (Figura 8.3). Sabendo-se que o que leva a querer mapear uma certa região em uma determinada escala é o grau de importância que a mesma possui e também os elementos que ela contém. Em uma região de vazios pode-se e deve-se utilizar as menores escalas possíveis, que irão representar o que há de interesse nessa região. Em uma região populosa, dependendo da necessidade e do interesse pela mesma, as maiores escalas seriam as mais interessantes. No caso da citada vila, existe um novo vôo fotogramétrico na escala de 1:30.000, do ano 2005 (Figura 8.4) que mostra a evolução da mesma, o que daria a possibilidade de uma nova restituição já no novo referencial evitando-se assim um trabalho oneroso, com imprecisões, devido a uma atualização nas cartas existentes que cobrem a área e que se encontram em outro referencial, sendo necessária a sua transformação para o novo referencial com a utilização dos parâmetros existentes.

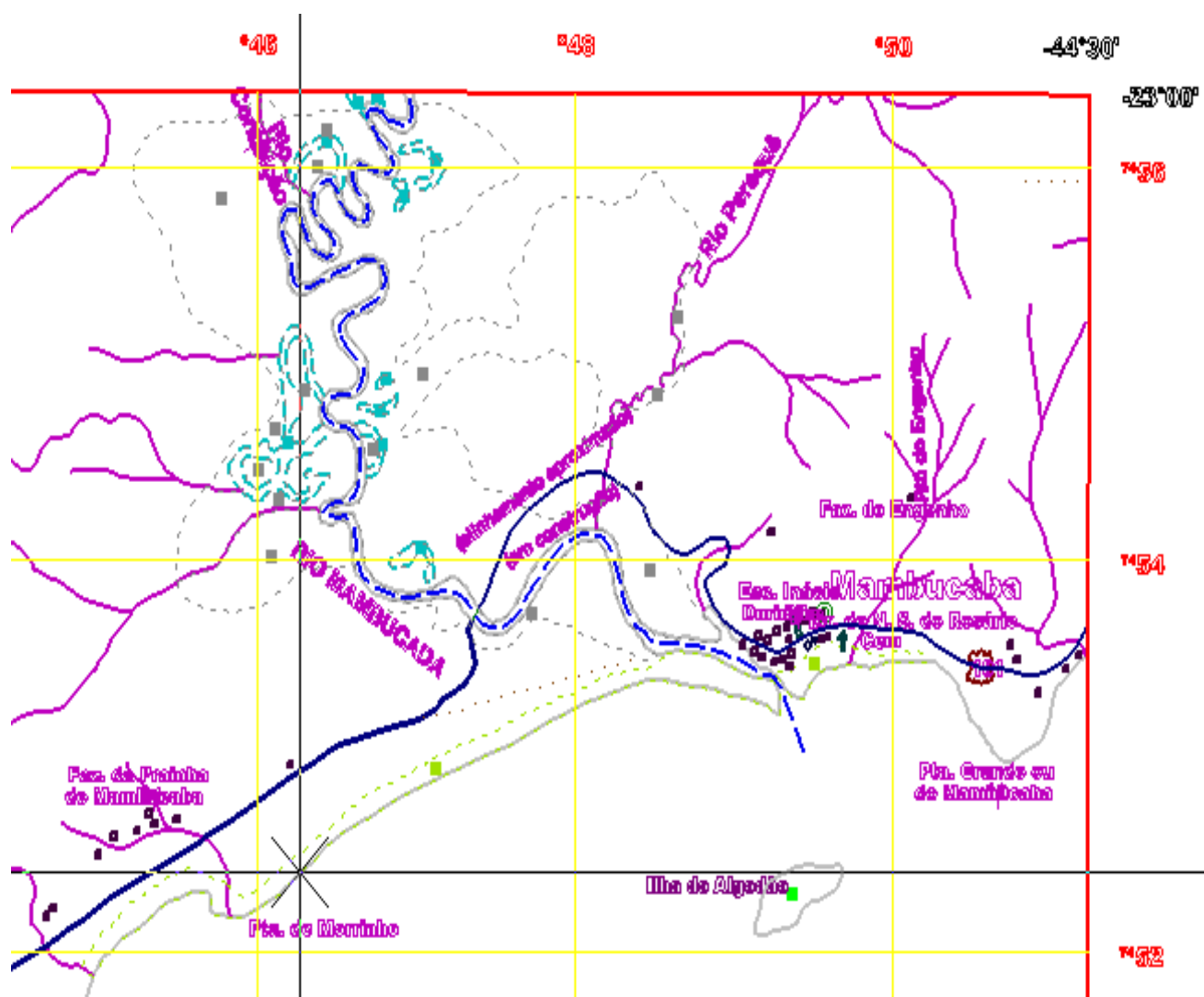


Figura 8.2 - Detalhe da carta Parati, na escala de 1:50.000, onde não aparecem vestígios da Vila Perequê.



Figura 8.3 - Detalhe da carta Mambucaba, na escala de 1:25.000, mostrando traços da Vila Perequê.

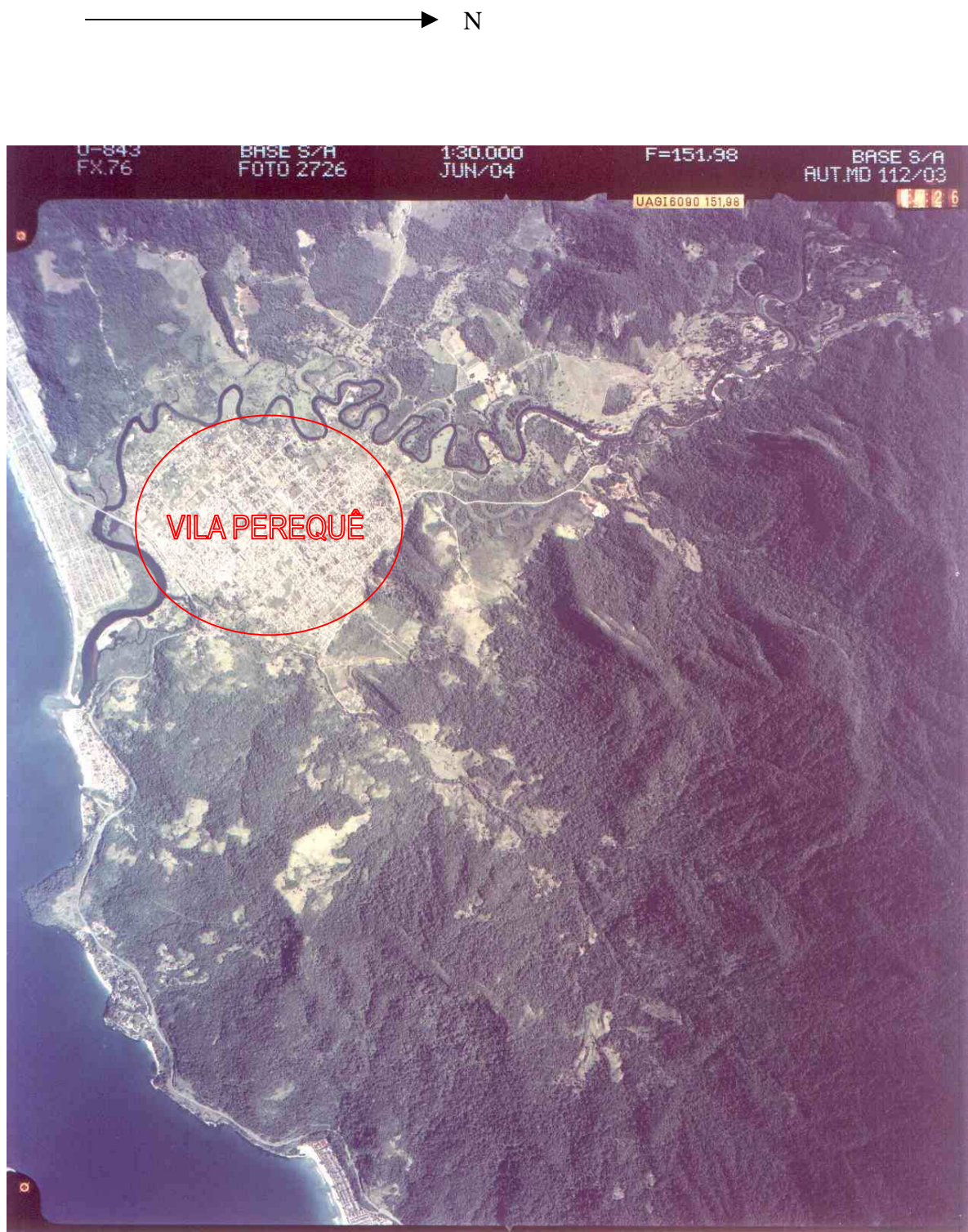


Figura 8.4 - Foto aérea da região de Parati, na escala de 1:30.000, mostrando a Vila Perequê.

Também foi feito um estudo a respeito do sentido de deslocamento entre os sistemas Córrego Alegre/SAD-69 e Córrego Alegre/ SÍRGAS, de alguns pontos selecionados e que mantêm um razoável distanciamento entre si dentro do território brasileiro. Foram escolhidos os seguintes pontos:

- Vista Alegre, no município de Comodoro - MT
- Macaco, no município de Lorena - SP
- Galera, no município de Nova Lacerda - MT
- Jacaré, no município de São Sebastião do Passe - BA
- Capoami, no município de Camaçari - BA
- Allyrio, no município de Cuiabá - MT
- Itambacuri, no município de Itambacuri - MG
- Couro, no município de Paranaíba - MS
- InduBrasil, no município de Terenos - MS
- Canaã, no município de Rio Verde - GO
- Fernando Zarur, no município de Conquista D'Oeste - MT
- Pirineus, no município de Pirenópolis - GO
- Rodeador, no município de Brasília - DF
- Fazenda, no município de Nanuque - MG
- Rio Verde, no município de Rio Verde - GO
- Pedra Branca, no município de Riacho dos Machados - MG
- Base Aérea, no município de Florianópolis - SC
- Jataí-Shiran, no município de Jataí - GO
- Carvalho, no município de Jataí - GO
- Goiânia, no município de Aparecida de Goiânia - GO

A Tabela 8.6 apresenta as Distâncias e os Azimutes entre as direções dos Sistemas Córrego Alegre para o SAD-69 e Córrego Alegre para o SIRGAS e a Figura 8.5 mostra a representação dessas distâncias com seus respectivos Azimutes e o sentido das mesmas.

Tabela 8.6

Valores das Distâncias e Azimutes dos vértices de triangulação nos sentidos: Córrego Alegre/SAD-69 e Córrego Alegre/SIRGAS.

VÉRTICE	DIST. CÓRREGO/SAD69	AZ.CÓRREGO/SAD69	DIST. CÓRREGO/SIRGAS	AZ.CÓRREGO/SIRGAS
VISTA ALEGRE-MT	16.63 m	39°57' 04.05"	52.3 10 m	237°07' 59.38"
MACACO-SP	44.350 m	23°16' 11.43"	27.780 m	260°01'44.61 "
GALERA-MT	17.050 m	39°37' 13.84"	51.960 m	237°18'47.31 "
JACARE-BA	53.300 m	43°19' 12.03"	5.980 m	204°22'50.0 1"
CAPOAMI-BA	53.180 m	43°11' 38.93"	6.080 m	205°00'19. 83"
ALLYRIO-MT	15.010 m	345°55' 36.21"	63.730 m	245°15'38 .34"
ITAMBACURI-MG	54.540 m	44°14' 59.16"	7.27 m	195°43 '05.23"
COURO-MS	19.350 m	10°37' 50.04"	52.380 m	242°18'35.02"
INDUBRASIL-MS	18.070 m	344°41' 41.38"	63.800 m	247°4 4'53.99"
CANAA-GO	17.210 m	2°55' 50.01"	55.41 m	242° 05'04.02"
FERNANDO ZARUR-MS	16.880 m	35°57' 35.92"	52.46 m	238°19'07.66"
PIRINEUS-GO	40.360 m	355°33' 59.23"	52.67 m	267°14 '09.30"
RODEADOR-DF	39.150 m	355°56' 33.13"	52.210 m	265°52' 53.57"
FAZENDA-MG	15.610 m	18°38' 37.99"	46.670 m	228°04'58.9 7"
RIO VERDE-GO	17.010 m	1°00' 37.45"	55.980 m	242°12'29.12"
PEDRA BRANCA-MG	41.040 m	25°28' 20.46"	27.690 m	254°54 '16.60"
BASE AEREA-SC	40.130 m	349°12' 49.31"	57.59 m	265° 34'06.55"
JATAI-SHIRAN-GO	17.620 m	13°31' 24.82"	52.690 m	240°25 '59.35"
CARVALHO-GO	17.80 m	9°46' 09.41"	53.54 m	241°26'02.24"
GOIANIA-GO	17.270 m	337°51' 35.36"	62.140 m	244°00'4 3.98"

De acordo com a Figura 8.5, pode-se verificar que entre os Sistemas Geodésicos SAD-69 e SIRGAS, existe uma coerência de deslocamento da direção, no sentido nordeste, em média de aproximadamente 65 metros. Já entre os Sistemas Geodésicos Córrego Alegre/SAD-69 e Córrego Alegre/SIRGAS, os deslocamentos não se mantêm uniformes, mostrando com isso a dificuldade de se obter parâmetros de transformação entre estes sistemas. A solução até agora cogitada por alguns pesquisadores, que seria a de se fazer uma ponte entre os Sistemas: Córrego Alegre/SAD-69/SIRGAS, só seria válida para as escalas maiores que 1:100.000, considerando-se o erro gráfico de 0,2 mm na escala da carta e levando-se em consideração os vinte (20) pontos utilizados na pesquisa, dando uma média de aproximadamente 28 metros e em várias direções. Essa não coerência de deslocamentos entre estes Sistemas, acarretaria em uma deformação nas cartas existentes à medida que estas fossem transformadas usando-se parâmetros fixos. Para o uso de parâmetros de transformação, será necessário junto com os mesmos, também se fazer uma modelagem das distorções que certamente virão a aparecer.

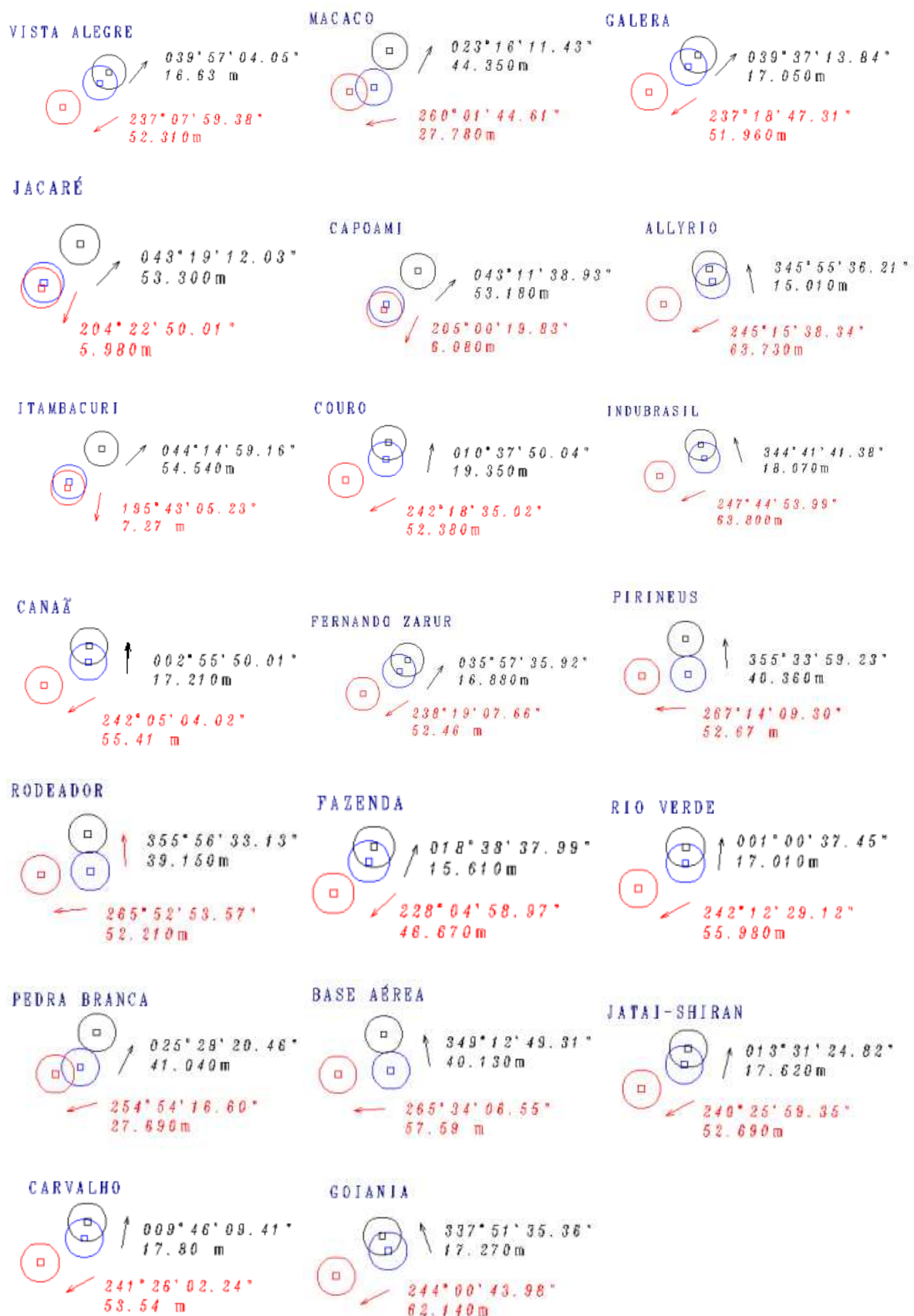


Figura 8.5 - Distâncias, Azimutes e Direção dos deslocamentos dos vértices ocupados pelos Sistemas Geodésicos: Córrego Alegre, SAD-69 e SIRGAS e representados nas seguintes cores: Preto - SAD-69, Azul - Córrego Alegre e Vermelho - SIRGAS.

Fonte: IBGE, 2004.