

---

## OS DIFERENTES SISTEMAS GEODÉSICOS DE REFERÊNCIA E SUAS DISCREPÂNCIAS NA REGIÃO DE NOVA LIMA - MG

ANDRE FERREIRA BORGES  
MARCOS ANTÔNIO TIMBÓ ELMIRO

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG  
Instituto de Geociências - IGC  
Departamento de Cartografia, Belo Horizonte, MG  
andreborges.cartografia@gmail.com, timboelmiro@gmail.com

---

**RESUMO** - O trabalho aborda assunto relacionado ao uso de diferentes sistemas geodésicos de referência (SGR), assunto que merece uma discussão mais consistente com relação à produção cartográfica no Brasil, tendo em vista que é tema desconhecido ou relegado a segundo plano por diversos profissionais que lidam com dados geográficos e análises territoriais. O desconhecimento ou subestimação do SGR pode causar distorções nos produtos cartográficos e nas análises de dados decorrentes, se os dados forem transformados de maneira inadequada ou se forem erroneamente interpretados. A evolução tecnológica propiciou o melhoramento dos SGR's ao longo do tempo, tanto no aspecto de definição, como no de realização do sistema. Assim, os produtos cartográficos nacionais estão referenciados com base em diferentes sistemas, a saber: Córrego Alegre (realizações 1961 e 1970/1972), Astro Datum Chuá, SAD69 (realização inicial, realização 1996, realização técnica Doppler ou GPS), e por último, o SIRGAS2000 (materialização 2000,4). Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo descrever os diversos Sistemas Geodésicos de Referência existentes no Brasil e fazer uma abordagem comparativa das discrepâncias de coordenadas entre eles no município de Nova Lima - MG.

**ABSTRACT** - This paper addresses issue related to the use of different geodetic reference systems (SGR), a subject that deserves a more consistent discussion regarding cartographic production in Brazil. This important topic is unknown or relegated to the background by many professionals who deal with spatial data and spatial analysis. The missing or underestimation of SGR can cause distortions in cartographic products and problems in resulting analyses if the data is processed improperly or misinterpreted. The evolution of technology permitted the improvement of SGR's over the time, thus the national cartographic products are referenced with support of different reference systems, namely: Córrego Alegre (realization 1961 and 1970/1972), Astro Datum Chuá, SAD69 (initial realization, 1996 realization Doppler or GPS realization), and lastly, SIRGAS2000 (materialization 2000.4). In this context, this paper aims to describe the various existing Geodetic Reference Systems in Brazil and to make a comparative approach to coordinate discrepancies between them in Nova Lima - MG

---

### 1 INTRODUÇÃO

Seeber (1993) define que a geodésia consiste na ciência que trata da determinação do tamanho, da forma e dos parâmetros definidores do campo da gravidade da Terra. A forma irregular da superfície terrestre (superfície topográfica) incorpora dificuldades na realização de cálculos matemáticos, resultando em diversos problemas na sua representação cartográfica.

O geóide é uma superfície equipotencial que mais se aproxima do nível médio dos mares, prolongado através dos continentes. A adoção do geóide como superfície matemática de referência detém-se no conhecimento limitado do campo da gravidade, além de seu equacionamento matemático complexo, devido a sua forma irregular. Portanto, o geóide não é conveniente para servir como superfície de referência para as redes geodésicas horizontais e para modelo de representação cartográfica da terra. Deste modo, o elipsóide de revolução é a figura geométrica que possibilita o tratamento matemático adequado para representação da forma da Terra, tendo em vista ser um modelo com definição matemática precisa que mais se aproxima do geóide (Gemael, 1999).

A Figura 01 esboça a relação entre a superfície física (SF), o geóide e o elipsóide de revolução.

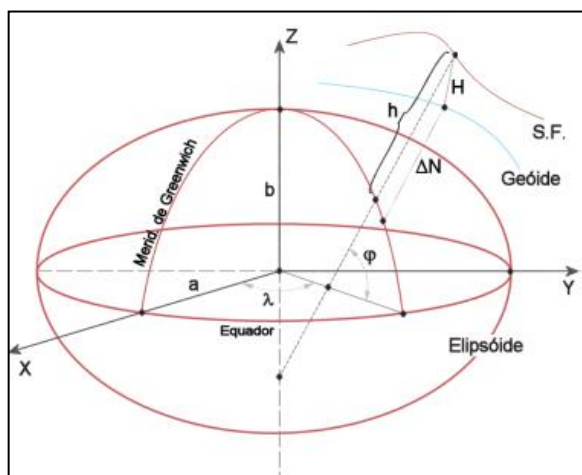


Figura 1 - Superfícies física (SF), geóide e elipsóide. Fonte: adaptado de IBGE (2001).

Segundo Seeber (1993), os elipsóides de revolução são definidos por parâmetros geométricos e por parâmetros físicos, como o semi-eixo maior ( $a$ ), o semi-eixo menor ( $b$ ), a constante gravitacional geocêntrica ( $GM$ ), a velocidade angular ( $\omega$ ) e o fator dinâmico de forma ( $J_2$ ), o qual pode ser convertido no achatamento do elipsóide ( $f$ ).

Um Sistema Geodésico de Referência (SGR) é definido com base num conjunto de parâmetros e convenções, acoplado a um elipsóide adequado às dimensões da Terra, constituindo um referencial apropriado para atribuição das posições de pontos sobre a superfície terrestre. A materialização do sistema é definida através da determinação de um conjunto de coordenadas de estações, obtidas por diferentes técnicas de posicionamento, criando a estrutura ou rede de referência (MONICO, 2008).

A evolução tecnológica propiciou o melhoramento dos SGR's ao longo do tempo, tanto no aspecto de definição, como no de realização do sistema. Assim, os produtos cartográficos nacionais, gerados em diferentes épocas, estão referenciados com base em diferentes sistemas, a saber: Córrego Alegre (realizações 1961 e 1970/1972), Astro Datum Chuá, South American Datum 1969 - SAD69 (realização inicial, realização 1996, realização técnica Doppler ou GPS), e por último, o SIRGAS2000 (materialização 2000,4).

O conhecimento das características mais importantes desses sistemas, a quantificação das diferenças entre eles e as formas adequadas de conversões são aspectos muito importantes para a qualidade dos trabalhos e análises cartográficas. Assim o objetivo deste trabalho é proporcionar uma visão adequada do problema e fornecer dados e ferramentas adequadas para lidar com a questão enfocando um estudo de caso no município de Nova Lima, MG.

## 2 SISTEMAS GEODÉSICOS USADOS NO BRASIL

### 2.1 Sistema Córrego Alegre

O Datum Córrego Alegre foi oficialmente adotado no país da década de 50 e utilizado até a década de 70. Na definição deste sistema adotou-se como superfície de referência o Elipsóide Internacional de Hayford de 1924, caracterizado por um semi-eixo maior,  $a = 6.378.388$  m e achatamento  $f = 1/297$ . Como ponto origem foi escolhido o vértice geodésico Córrego Alegre, situado em Minas Gerais, no qual o posicionamento e a orientação do elipsóide de referência foram feitos astronômicamente. Neste vértice adotaram-se valores nulos para as componentes do desvio da vertical e para a ondulação geoidal. Existem duas materializações do Córrego Alegre, a materialização de 1961 e a materialização de 1970 - 1972 (IBGE, 1996).

No país ainda existe uma grande quantidade de documentos cartográficos e coordenadas referenciados ao sistema Córrego Alegre. Essas cartas vêm sendo atualizadas e novos produtos gerados com base neste sistema. Dalazoana (2001) descreve que a realização do Sistema Córrego Alegre, de precisão compatível com as técnicas e equipamentos da época, aliada à baixa precisão da densificação do apoio terrestre, faz com que os produtos gerados com base neste sistema, principalmente os de escalas grandes (maior que 1/10.000), apresentem qualidade inferior quando comparados aos produtos gerados com base em sistemas de referência e tecnologias mais atuais.

De acordo com IBGE (2001), houve um sistema de referência provisório entre Córrego Alegre e SAD69, que foi denominado de Astro Datum Chuá, existindo algumas cartas elaboradas neste sistema. O Astro Datum Chuá tinha como origem o vértice Chuá em Minas Gerais, o elipsóide de Hayford como referência e foi estabelecido com o propósito de ser um teste para a posterior efetivação do SAD69.

## 2.2 Sistema SAD69

O South American Datum 1969 (SAD69) foi adotado como sistema de referência oficial no Brasil no final da década de 70, tomando como modelo geométrico da Terra, o Elipsóide de Referência Internacional de 1967 ( $a=6.378.160$  m e  $f=1/298,25$ ) e como origem, o vértice geodésico Chuá em Minas Gerais. O SAD69 foi estabelecido antes do surgimento das técnicas espaciais de posicionamento. Assim, corresponde a um sistema de referência clássico, cuja materialização foi realizada através de técnicas e metodologias de posicionamento terrestre. Além disso, possui caráter regional ou local, não existindo coincidência entre o centro do elipsóide e o centro de massa da Terra (IBGE, 1996).

O primeiro ajuste realizado em ambiente computacional, para o estabelecimento do SAD69, foi realizado pelo Defense Mapping Agency, órgão gestor dos serviços geodésicos dos EUA. Neste ajuste a rede brasileira foi dividida em 10 regiões, que foram processadas separadamente em função das limitações computacionais existentes na época (IBGE, 1996). Os dados de novos levantamentos geodésicos, provenientes da densificação da rede horizontal, eram ajustados considerando-se fixas as coordenadas das estações já existentes. Caso houvesse erros sistemáticos nas coordenadas dos pontos, estes eram propagados através dos diversos ajustes, gerando distorções nas coordenadas das novas estações. Ainda na década de 70, iniciou-se no Brasil o uso do sistema TRANSIT, que foi o primeiro sistema de posicionamento e navegação por satélite a ser usado operacionalmente. Em 1991, o IBGE adotou o uso do GPS (Global Positioning System) em seus trabalhos geodésicos, e a partir de 1994 começaram a ser implantadas redes estaduais GPS de alta precisão (COSTA, 2003).

Em 1996 foi concluído pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o reajustamento da rede geodésica brasileira, amparando-se das novas técnicas de posicionamento por satélites GPS. Foram utilizadas todas as observações de natureza angular e linear da rede clássica e as observações GPS ponderadas de acordo com suas precisões. A ligação entre as duas redes foi feita por meio de 49 estações da rede clássica, as quais foram observadas por GPS. Este reajustamento resultou numa nova realização (novas coordenadas) para as estações da Rede Planimétrica Brasileira. Com os resultados do ajustamento desenvolvido foi obtido, pela primeira vez, um retrato consistente da qualidade da rede, a qual foi consideravelmente melhorada em função do tratamento global (IBGE, 1996). A partir de 1997, o IBGE começou a divulgar apenas as coordenadas na nova realização do SAD69 acompanhadas de seus desvios-padrão, o que proporcionou ao usuário o conhecimento acerca da qualidade das coordenadas das estações. De acordo com IBGE (1996), o deslocamento horizontal das coordenadas aumenta proporcionalmente com a distância do ponto origem, chegando a atingir cerca de 15 m.

O IERS (*International Earth Rotation Service*) foi criado em 1988, passando a realizar o ITRF (*International Terrestrial Reference Frame*), com o objetivo de fornecer à comunidade internacional, atualização dos dados dos ICRS (*International Celestial Reference System*), ITRS (*International Terrestrial Reference System*) e EOPs (*Earth Orientation Parameters*). Segundo Rodrigues (2008), sua realização inicial é denominada ITRF-0, possuindo diversas realizações, na qual a mais recente o ITRF2008. Aproximadamente 800 estações espalhadas pelo globo fazem parte dessa última realização, onde suas coordenadas foram determinadas pelas seguintes técnicas: DORIS (*Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite*), GPS (*Global Positioning System*) e VLBI (*Very Long Baseline Interferometry*). Periodicamente, o IERS fornece valores atualizados para estes sistemas de referência, por meio de novas materializações da rede ITRF e ICRS.

Segundo Monico (2008), o referencial geodésico mais preciso é o ITRS, cuja materialização é chamada de ITRF. Devido à variação temporal das coordenadas das estações, o ITRS é atualizado periodicamente e por isso sua denominação vem sempre acompanhada do ano em que foi estabelecido. A materialização ITRS consiste de um conjunto de coordenadas cartesianas e velocidades de deslocamento das estações e a matriz de variância-covariância dos parâmetros.

## 2.3 Sistema SIRGAS

O projeto SIRGAS teve início em 1993, com a finalidade de estabelecer um sistema de referência geocêntrico para a América do Sul. Foi decidido adotar o elipsóide GRS80 ( $a=6.378.137$  m e  $f=1/298,257222101$ ), além de estabelecer e manter uma rede de referência e um Datum (modelo matemático da Terra) geocêntrico. Entre os meses de maio e junho de 1995 realizou-se a primeira parte do projeto, formando uma rede GPS de alta precisão com 58 estações para toda a América do Sul, onde suas coordenadas estão referidas ao ITRF94, época 1995,4 (MONICO, 2008).

A Resolução do IBGE Nº1/2005 de 25/02/2005 estabeleceu o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), em sua realização do ano de 2000 (SIRGAS2000), como novo SGR para o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e para o Sistema Cartográfico Nacional (SCN). Foi concedido um período de transição não superior a dez anos, onde o SIRGAS2000 pode ser utilizado em concomitância com o SAD69 para o SCN. Com essa adoção garante-se a qualidade dos levantamentos GPS, devido à necessidade de um sistema de referência geocêntrico

compatível com a precisão dos métodos e técnicas de posicionamento atuais e com os demais sistemas adotados em outros países (ZANETTI, 2006).

Utilizou-se de 21 estações de referência da rede continental SIRGAS2000, estabelecidas no Brasil e a estação SMAR, pertencente à rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS (RBMC). Época de referência: 2000,4. A materialização foi estabelecida utilizando-se de todas as estações que compõem a rede geodésica brasileira, implantadas a partir das estações de referência.

O referencial altimétrico coincide com a superfície equipotencial do campo da gravidade da Terra que contém o nível médio do mar, definido pelas observações maregráficas tomadas no porto de Imbituba, localizado no litoral de Santa Catarina.

Segundo Monico (2000), o World Geodetic System 1984 (WGS 84) é o sistema de referência empregado pelo GPS. Na época da sua criação, o sistema fornecia precisão métrica em função da limitação fornecida pela técnica de observação utilizada. Realizaram-se três atualizações para melhorar a sua precisão, sendo que a primeira recebeu a denominação WGS 84 (G730), onde a letra "G" indica o uso da técnica GPS e "730" faz referência à semana GPS da solução. A segunda versão chama-se WGS 84 (G873). A terceira e atual versão apresentada pelo NIMA – National Imagery and Mapping Agency (2003) é denominada WGS 84 (G1150), podendo ser considerado coincidente com o ITRF2000 ao nível de um centímetro. Portanto, o WGS 84 (G1150) possui características muito próxima ao SIRGAS2000, podendo ambos, para efeitos práticos da cartografia, serem considerados como equivalentes.

## 2.4 Transformação de Sistemas

No Brasil, a transformação entre diferentes sistemas de referência se dá por meio de parâmetros de transformação, os quais são oficialmente divulgados pelo IBGE. A resolução PR nº 22, de 21 de julho de 1983, definiu os parâmetros de transformação entre os sistemas Córrego Alegre e SAD69. A resolução traz especificações e normas gerais e estabelece tolerâncias e critérios para a execução de Levantamentos Geodésicos no território brasileiro, define como modelo matemático, para a transformação de coordenadas, as equações diferenciais simplificadas de Molodensky.

A Resolução nº 23, de 21 de fevereiro de 1989, que altera o Apêndice II da Resolução PR 22/83, definiu os parâmetros oficiais para a transformação de WGS84 para SAD69. Cabe ser ressaltado que estes parâmetros foram estimados com base na realização inicial de ambos os sistemas.

A Figura 02 mostra a diferença conceitual na definição dos referenciais SAD69/96 e SIRGAS2000, identificando assim incoerências entre o sistema de referência adotado no GPS, o WGS84 (compatível com SIRGAS2000), e os respectivos referenciais existentes, associados a uma figura da terra não geocêntrica, como é o caso do SAD69.

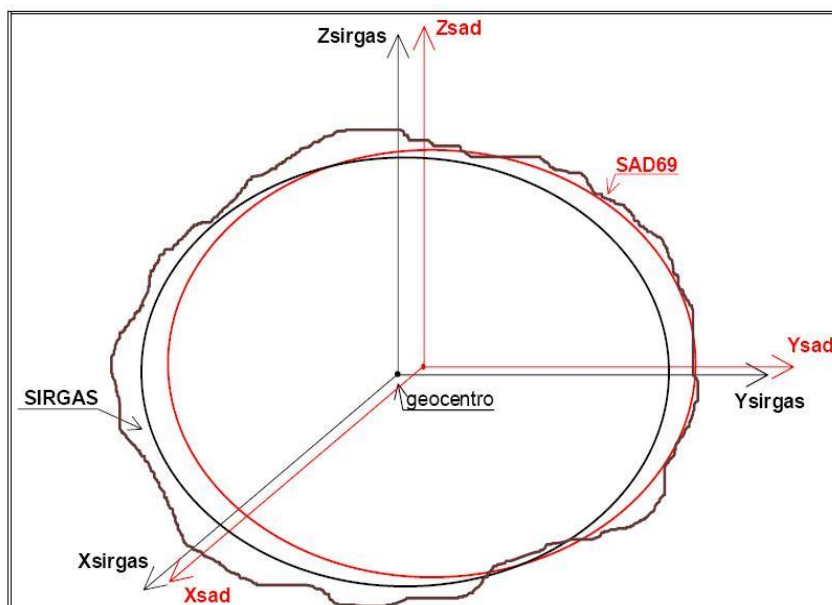


Figura 2 - Diferença entre os referenciais SAD69/96 e WGS84. Fonte: IBGE (2001).

COSTA (2003), mostra que as diferenças nas coordenadas planimétricas entre os sistemas SAD 69/96 e SIRGAS2000, calculadas para as onze estações que participaram da geração dos parâmetros apresentados, podem variar

de 58 m na região Nordeste até 73 m na região Sul do Brasil. Considerando um deslocamento médio de 65m no contexto nacional, sua correspondência gráfica em mm segundo a escala da carta pode ser vista na Tabela 01.

Tabela 1 - Diferença entre SAD69 e SIRGAS2000. Fonte: IBGE (2001)

ESCALA	DESLOCAMENTO (mm)
1:1 000 000	0,065
1:500 000	0,13
1:250 000	0,26
1:100 000	0,65
1:50 000	1,30
1:25 000	2,60
1:10 000	6,5
1:5 000	13,0
1:2 000	32,5
1:1 000	65,0

Fonte: COSTA (2003)

Analisando a Tabela 01, observa-se que a diferença entre SIRGAS2000 e SAD 69/96 começa a ser significativa para as escalas grandes, como as cartas em escala cadastral.

A transformação de coordenadas que estão em sistemas geodésicos diferentes podem ser feitas pelas equações simplificadas de Molodensky ou pela transformação de coordenadas geodésicas em coordenadas cartesianas tridimensionais. Estas transformações estarão alteradas pela precisão das realizações dos sistemas e das distorções das redes (ZANETTI, 2006).

O IBGE fornece o aplicativo ProGrid para transformação de coordenadas entre diferentes sistemas geodésicos de referência de forma gratuita fazendo o *download* em sua página na internet. O ProGrid é uma aplicação desktop que pode ser instalado em ambiente Microsoft Windows e foi desenvolvido de modo a permitir a transformação de coordenadas entre os sistemas de referência oficiais em uso no Brasil: Córrego Alegre, SAD69 e SIRGAS2000. É o resultado de um esforço de prover a comunidade de usuários de dados geoespaciais de uma ferramenta que os facilite na transição para o SIRGAS2000.

É possível programar grande maioria dos softwares de geoprocessamento que possuem as ferramentas de transformações de coordenadas, utilizando assim os parâmetros oficiais utilizados pelo IBGE. Basta inserir no software GIS (*Geographic Information System*) a grade do Progrid que contem valores de latitude e longitude e assim será possibilitada a transformação direta, que estão em formato NTV2 desenvolvido no Canadá e utilizado também em países como Austrália e EUA, isto devido ao fato de que muitos dos programas computacionais de SIG e GPS, suportam esse tipo de formato.

## 2.5 Deslocamento da Rede

Segundo IBGE (2001), o sistema Córrego Alegre possui 2 realizações (1961 e 1970-72), o SAD69 possui as realizações de 1977, 1996 e a realização Técnica Doppler ou GPS. Portanto, o sistema escolhido e sua realização influenciará consideravelmente nas coordenadas obtidas.

A variação das coordenadas entre o SAD 69 (realização inicial) e o SAD 69 (realização 1996) para a rede clássica, assume amplitudes sistemáticas em relação ao vértice Chuá, como representa a Figura 3 (IBGE, 1996).

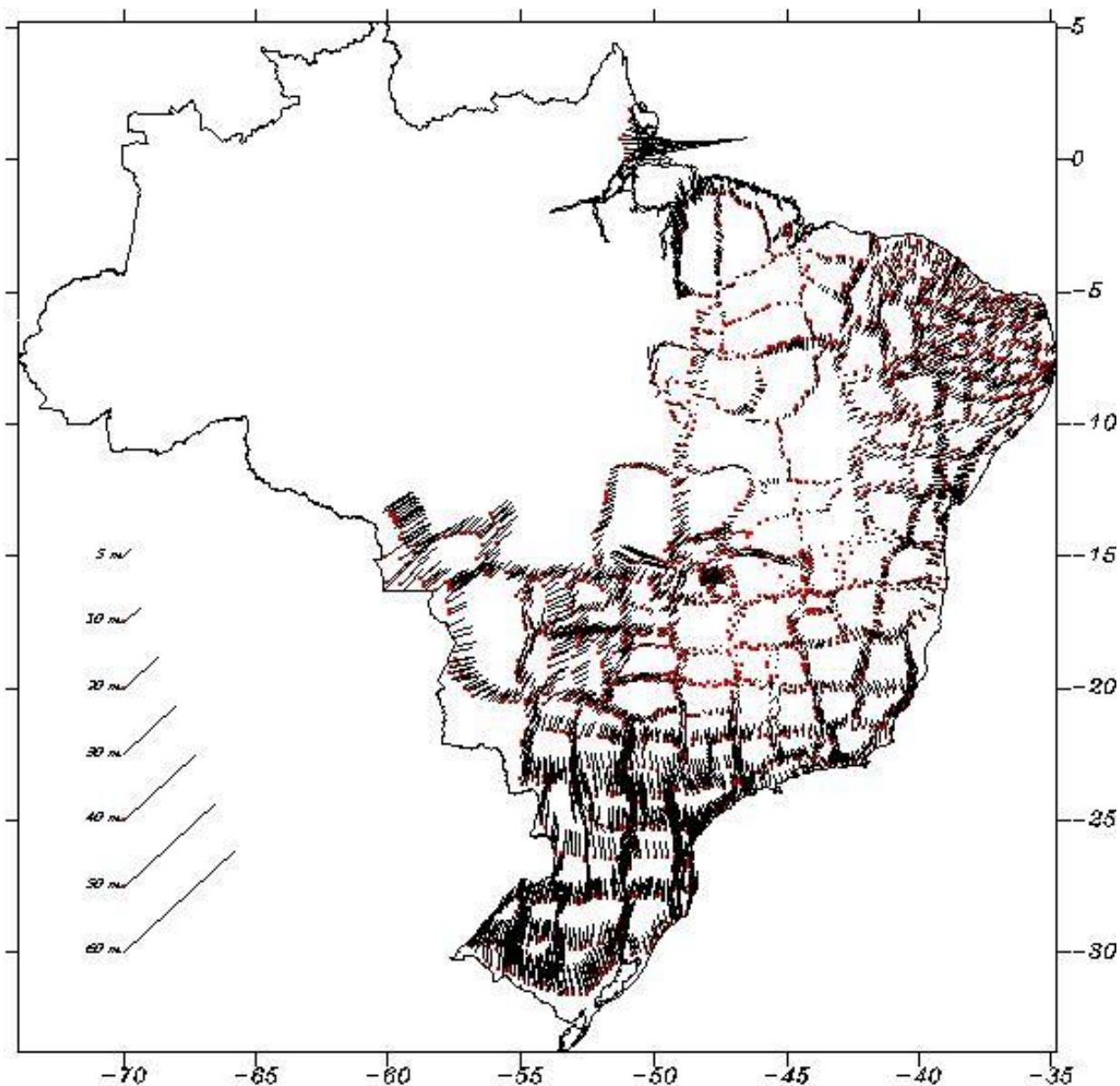


Figura 3 - Deslocamento das coordenadas entre as realizações SAD69 e SAD69/96 do SGB. Fonte: IBGE (2001)

De acordo com a Figura 03, no estado de Minas Gerais, as diferenças entre as duas realizações do SAD69 podem chegar a 5 metros e, como já visto na Tabela 1, são significativas para as escalas maiores ou iguais a 1:25.000.

Com relação ao Datum Córrego Alegre, estas distorções podem apresentar valores ainda maiores. A Figura 4 representa uma ilustração da distorção da rede comparada com SAD69 realização inicial.

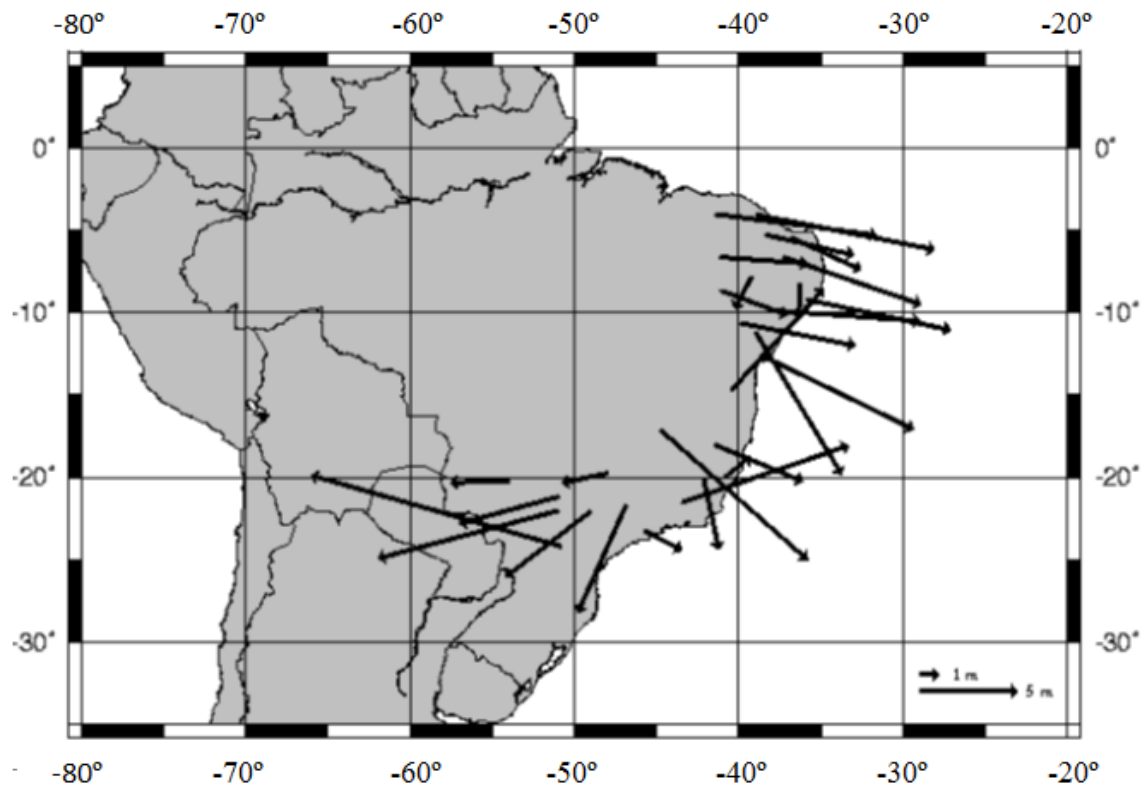


Figura 4 – Distorções Córrego Alegre e SAD 69. Fonte: adaptado de IBGE (2001).

Um dos problemas que surgiram após o reajustamento da Rede Geodésica Brasileira (RGB) foi a implantação, por parte da comunidade usuária, de instituições e empresas voltadas à produção cartográfica, de novas redes GPS e de redes empregadas para o apoio à Cartografia, a partir de pontos da rede GPS do estado e de pontos da rede clássica. Além disso, estas novas redes são vinculadas à antiga ou à nova realização do SAD69. Em vista desta situação, é justificada a preocupação no sentido de caracterizar cada uma das redes e produtos derivados, principalmente, pela falta de conhecimento dos usuários relativa às transformações ocorridas.

Dalazoana (2001) reporta que a caracterização dos produtos derivados possibilitaria respostas, por exemplo, às seguintes questões: a) a que rede e a que realização do SAD 69 o produto está vinculado? b) qual a precisão esperada para o produto? Além disso, a caracterização é de extrema importância no contexto da transição para um referencial geocêntrico, uma vez que as variações entre as duas realizações do SAD69 são significativas para determinadas escalas em função da rede de referência empregada (rede clássica ou rede GPS).

### 3 METODOLOGIA

O presente trabalho tem seu enfoque no perímetro do município de Nova Lima - MG, que possui uma área de 428,45 km<sup>2</sup>, e faz divisa com as cidades de Belo Horizonte, Raposos, Rio Acima, Itabirito, Brumadinho, Sabará e Ibirité, como ilustra a Figura 5.

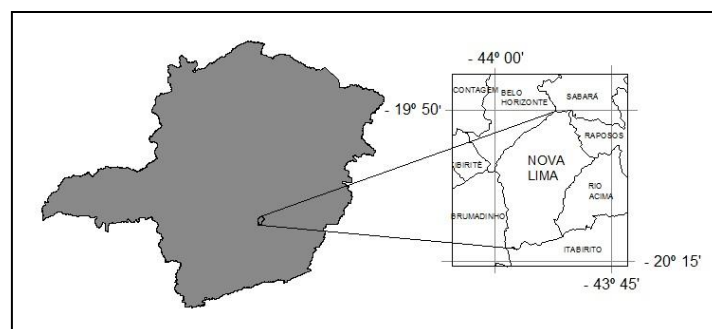


Figura 5 - Mapa de Localização de Nova Lima - MG.

Para verificação das diferenças das coordenadas entre os diversos sistemas geodésicos existentes, utilizou-se de vértices geodésicos distribuídos pelo município de Nova Lima. Estes pontos possuem clara identificação em campo, pois referem-se a vértices implantados pela BASE Aerofotogrametria e Projetos SA, para servir de amarração para diversos levantamentos, além de servir de base de apoio para o município. As coordenadas dos vértices foram determinadas com uso de GPS geodésicos, pela técnica de posicionamento estático. Cada vértice foi rastreado por um período de 00:40h à 2:00, e os pontos foram reocupados 2 vezes. Em cada ponto existe uma placa de bronze com a descrição: "Protegido por Lei", referenciados no sistema geodésico SIRGAS2000.

Foram selecionados e rastreados 10 vértices dos 32, optando-se por aqueles com melhor distribuição espacial pelo perímetro de Nova Lima conforme ilustra a Figura 6. Foi realizado o levantamento com o objetivo de checar as coordenadas dos vértices. No levantamento e estabelecimento das coordenadas de cada vértice utilizou-se o sistema geodésico SIRGAS2000 e sistema de projeção UTM, fuso 23 Sul, Meridiano Central 45° Oeste. O levantamento foi realizado com precisões submétricas, referenciadas a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo - RBMC.

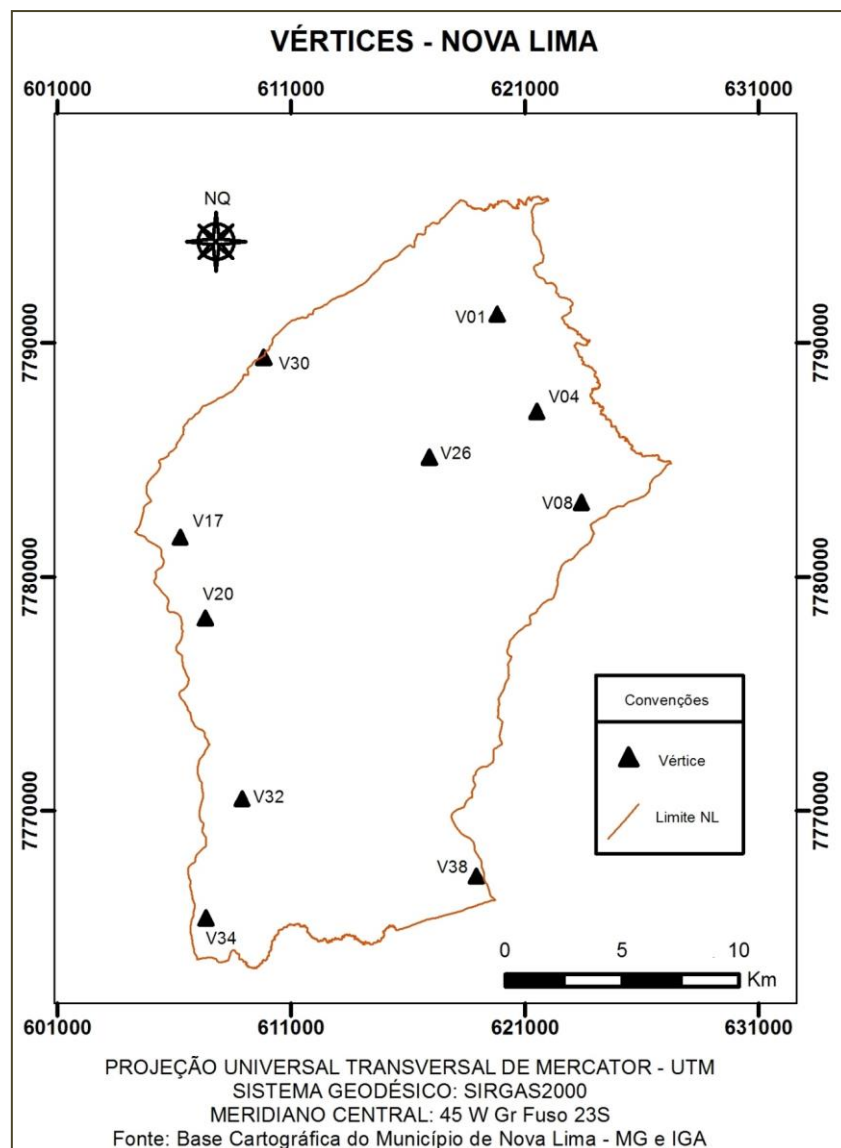


Figura 6. Vértices utilizados para verificação das coordenadas.

Utilizando-se do software Progrid (versão 1.1), disponibilizado pelo IBGE, foi realizada a transformação de SIRGAS2000 para as duas realizações do Córrego Alegre e para as diferentes realizações do SAD69, e posterior comparativo entre as coordenadas das estações e seus respectivos SGR's.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 representa as coordenadas dos vértices levantados em campo dentro do perímetro do município.



Tabela 2 - Coordenadas UTM, SIRGAS2000, fuso 23, Sul, dos vértices levantados.

Descrição	E (m)	N (m)	$\sigma E$ (m)	$\sigma N$ (m)	Status
V01	619761,74	7791189,08	0,005	0,005	Ajustado
V04	621455,21	7787035,86	0,007	0,006	Ajustado
V08	623362,43	7783140,02	0,009	0,008	Ajustado
V17	606201,56	7781656,36	0,009	0,008	Ajustado
V20	607280,30	7778194,84	0,009	0,007	Ajustado
V26	616856,98	7785077,13	0,008	0,008	Ajustado
V30	609773,10	7789348,65	0,010	0,006	Ajustado
V32	608847,78	7770471,04	0,008	0,009	Ajustado
V34	607299,37	7765372,06	0,008	0,007	Ajustado
V38	618867,20	7767167,37	0,010	0,009	Ajustado

A Tabela 3 apresenta um comparativo entre as duas realizações do sistema Córrego Alegre.

Tabela 3 - Diferença de coordenadas entre as duas realizações Córrego Alegre.

Sistema/ Descrição	Córrego Alegre 1961		Córrego Alegre (1970+1972)		Diferença (m) 61 e 70/72
	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	
V01	619786,62	7791197,01	619788,89	7791195,63	2,67
V04	621480,09	7787043,77	621482,35	7787042,37	2,66
V08	623387,33	7783147,91	623389,59	7783146,49	2,67
V17	606226,40	7781664,22	606228,62	7781662,83	2,62
V20	607305,13	7778202,68	607307,36	7778201,27	2,63
V26	616881,82	7785085,02	616884,10	7785083,62	2,67
V30	609797,94	7789356,56	609800,20	7789355,20	2,64
V32	608872,60	7770478,83	608874,83	7770477,38	2,65
V34	607324,20	7765379,83	607326,40	7765378,37	2,64
V38	618892,04	7767175,15	618894,29	7767173,72	2,67
<b>Média</b>					<b>2,65</b>

Utilizando o mesmo software, foi realizada a transformação de SIRGAS2000 para as três diferentes realizações do SAD69, como representa a tabela 4.

Tabela 4 - Diferença entre as diversas realizações do sistema SAD69.

	SAD 69 Rede Clássica		SAD69/96 Rede Clássica		SAD 69 Técnica Doppler ou GPS		Diferença (metros)		
	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	69 x 96	96 x GPS	69 x GPS
V01	619807,36	7791232,98	619806,63	7791234,96	619806,39	7791234,19	2,11	0,81	1,55
V04	621500,82	7787079,72	621500,10	7787081,74	621499,85	7787080,98	2,15	0,80	1,59
V08	623408,07	7783183,84	623407,33	7783185,90	623407,07	7783185,15	2,19	0,80	1,64
V17	606247,07	7781700,17	606246,47	7781702,22	606246,23	7781701,48	2,13	0,78	1,55
V20	607325,81	7778238,61	607325,21	7778240,70	607324,97	7778239,96	2,17	0,77	1,60
V26	616902,56	7785120,97	616901,88	7785123,00	616901,63	7785122,24	2,14	0,80	1,58
V30	609818,65	7789392,56	609818,01	7789394,52	609817,77	7789393,76	2,07	0,80	1,50
V32	608893,28	7770514,71	608892,70	7770516,89	608892,45	7770516,18	2,26	0,75	1,69
V34	607344,86	7765415,70	607344,29	7765417,91	607344,04	7765417,21	2,28	0,74	1,72
V38	618912,77	7767211,05	618912,11	7767213,24	618911,85	7767212,52	2,29	0,76	1,74
<b>Média:</b>							2,18	0,78	1,61

Verifica-se que para a região de estudo existe uma diferença média de 2,65 metros entre as duas realizações do Datum Córrego Alegre com um desvio padrão de 0,02 metros. Com relação ao outro SGR, a maior diferença encontrada corresponde ao SAD69 clássico com o SAD69/96, apresentando diferença média de 2,18 metros e desvio padrão em torno de 0,07 metros.

Levando em conta o erro de graficismo (0,2 mm), pode-se concluir que sem o conhecimento da realização na qual uma carta foi produzida, tanto em Córrego Alegre como em SAD69, esse documento cartográfico não pode ser representado em escala maior que 1:5.000, Classe A, de acordo com Decreto 89.817/84, ou seja, detalhamento menor que 1 metro.

Ainda vale ressaltar que a diferença entre as coordenadas em Córrego Alegre realização inicial e o SIRGAS2000 apresentaram diferença média de 26,06 metros. Com relação ao SAD69 e o SIRGAS2000 esta diferença é de 63,19 metros. Quando comparamos o SAD69 com o Córrego Alegre identificou-se uma diferença média de 41,50 metros.

## 5 CONCLUSÃO

A partir dos resultados e discussões do trabalho pode-se concluir que a recuperação de informações espaciais é afetada por muitos fatores como: a precisão do produto, a falta de referência sobre a realização do Sistema Geodésico Brasileiro que estão vinculados, a escala, o grau de generalização das informações e as distorções próprias da projeção para sua visualização. Com isso, dada a existência de distorções em toda rede Córrego Alegre e SAD69 em relação ao Sistema Geodésico Brasileiro, será sempre necessária uma análise local mais aprofundada, no intuito de quantificar distorções oriundas do processo de conversão entre dois sistemas para as regiões limítrofes de territórios municipais ou estaduais. Assim, o estudo demonstra a necessidade da informação acerca do sistema geodésico utilizado e a sua realização em uma planta, para que o produto tenha precisão e confiabilidade, e que o mesmo possa ser utilizado sem uma depreciação em sua qualidade cartográfica.

## REFERÊNCIAS

- COSTA, S. M. A. **Integração da Rede Geodésica Brasileira aos Sistemas de Referência Terrestres**. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas). Departamento de Geomática, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2003.
- DALAZOANA, R. **Implicações na Cartografia com a Evolução do Sistema Geodésico Brasileiro e Futura Adoção do Sirgas**. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas). Departamento de Geomática, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2001.
- GEMAEL C. **Introdução à Geodésia Física**. Curitiba: Editora da UFPR, 1999. 319p.
- IBGE. **Resolução PR nº 23**. Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos. Rio de Janeiro, 1983.
- IBGE. **Resolução PR nº 22**. Parâmetros para Transformação de Sistemas Geodésicos. Rio de Janeiro, 1989.
- IBGE. **Ajustamento da Rede Planimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro**. Rio de Janeiro, 1996.
- IBGE. **Sistemas de Referência**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/ibge/geografia/geodésico/default.shtm>>. Acesso em 3 abr. 2001.
- MONICO, J.F.G. **Posicionamento pelo NAVSTAR – GPS: Descrição, Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: Editora UNESP, 2000.
- MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS: Descrição, Fundamentos e Aplicações**. 2 ed. São Paulo, Editora UNESP, 2008.
- RODRIGUES, D. D. **Transformações Geométricas Aplicadas à Engenharia de Agrimensura e Cartográfica**. Universidade Federal de Viçosa, 2008.
- SEEBER, G., **Satellite Geodesy – Foundations, Methods and Applications** – Berlin, New York. 1993.
- ZANETTI, M.A.Z. **Implicações Atuais no Relacionamento entre Sistemas Terrestres de Origem Local e Geocêntrica**. Tese de doutorado, CPGCG, UFPR, 111pp. 2006.