



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ANÁLISE
E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS



André Ferreira Borges

**MODELAGEM GEOGRÁFICA DE LIMITES MUNICIPAIS
ESTUDO DE CASO: NOVA LIMA E BELO HORIZONTE - MG**

Belo Horizonte - MG
2014

André Ferreira Borges

**MODELAGEM GEOGRÁFICA DE LIMITES MUNICIPAIS
ESTUDO DE CASO: NOVA LIMA E BELO HORIZONTE - MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Timbó Elmiro

Belo Horizonte - MG
Instituto de Geociências da UFMG
2014



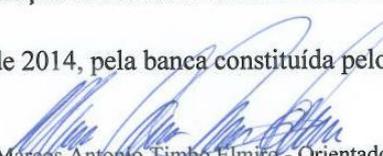
FOLHA DE APROVAÇÃO

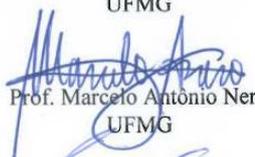
MODELAGEM GEOGRÁFICA DE LIMITES MUNICIPAIS ESTUDO DE CASO: NOVA LIMA e BELO HORIZONTE - MG.

ANDRE FERREIRA BORGES

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS, como requisito para obtenção do grau de Mestre em ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS, área de concentração ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS

Aprovada em 11 de dezembro de 2014, pela banca constituída pelos membros:


Prof. Marcos Antonio Timbo Elmito - Orientador
UFMG


Prof. Marcelo Antonio Nero
UFMG


Prof. Plinio da Costa Temba
UFMG


Profa. Cláudia Constantina Saltarelli Saraiva
FEAMIG

Belo Horizonte, 11 de dezembro de 2014.

DEDICATÓRIA

Dedico esse projeto ao meu pai José Orlando Borges (*in memoriam*),

meu exemplo de luta e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus.

Aos meus pais que me deram subsídios para que este momento se tornasse realidade.

À minha irmã pela amizade e companheirismo de sempre.

À Lorena Corrêa Oliveira pela torcida, companheirismo e paciência em todos os momentos desta etapa.

Ao meu orientador Marcos Antônio Timbó Elmiro pelo investimento e pela oportunidade na realização do presente trabalho.

À Diretoria de Ciências Geodésicas e Ordenamento Territorial do IGTEC, pelas informações e dados disponibilizados, principalmente à engenheira Aliane Maria Motta Baeta.

Aos professores Plínio Temba, Marcelo Nero e Cláudia Saraiva pelas considerações relevantes à pesquisa e por participarem da banca avaliadora com tamanha espontaneidade.

Aos professores e funcionários do IGC, pelos serviços prestados e pelo zelo em seus trabalhos.

Ao Município de Nova Lima, pela disponibilização de informações e dados fundamentais à pesquisa.

Aos meus amigos Antônio Carvalho e Giovanni Chagas pelas ideias e orientações pertinentes ao projeto.

Aos meus amigos Wellington, André e Rose pela torcida.

A todos os colegas de trabalho da prefeitura de Nova Lima e do Centro Universitário Izabela Hendrix.

Aos meus colegas e amigos do CSR por todo apoio e torcida.

RESUMO

As técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e a modelagem de dados geográficos são atualmente instrumentos imprescindíveis para o planejamento em todas as esferas governamentais. Contudo, mesmo com o advento dessas tecnologias para mapeamentos, não existe no Brasil nenhuma aplicação, padronização ou linha de ação bem definida com relação a conflitos, incorreções e compatibilização de todos os limites municipais, já que muitos foram descritos pela última vez na década de 1950. Ocorre também a dificuldade relacionada às descaracterizações de vários acidentes geográficos existentes em épocas das leis vigentes em decorrência da urbanização, da mineração e de outros fatores que modificam a paisagem geográfica. Essas indeterminações referem-se à produção cartográfica gerada em diferentes tipos de Sistemas Geodésicos, que podem causar distorções nos produtos resultantes e nas análises decorrentes, se transformados de maneira inadequada ou se erroneamente interpretados. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivos identificar fatores que dificultam a demarcação das divisas municipais, proporcionar uma análise temporal das alterações geográficas da paisagem e propor uma metodologia para redelimitação de divisas territoriais por meio de permutas entre municípios. A área de estudo compreende a divisa entre os municípios de Nova Lima e Belo Horizonte, especificamente entre os bairros Vila da Serra (município de Nova Lima) e Belvedere (município de Belo Horizonte). A metodologia desenvolveu-se através dos instrumentos de geoprocessamento e sensoriamento remoto para georreferenciamento de mapas históricos, construção de mapas temáticos e avaliação de conflitos de interesses. Por intermédio das técnicas da geodésia verificou-se as incompatibilidades entre os sistemas geodésicos de referência. Por fim, foram observados os parâmetros urbanísticos das áreas de conflito, legislações pertinentes e questões econômicas. O trabalho apresenta uma metodologia para a remodelação das divisas municipais. Através dos resultados alcançados, identifica-se que a redelimitação dos limites municipais não pode ser embasada apenas pelas questões cartográficas, devendo estas alterações serem resultantes de análises envolvendo equipes multidisciplinares.

Palavras-chave: cartografia, limites municipais, geoprocessamento, modelagem.

ABSTRACT

Currently the techniques of remote sensing, GIS and spatial data modeling are essential instruments for planning in all spheres of government. However, even with the advent of these technologies for mapping, in Brazil there is no application, standardization or well defined line of action concerning conflicts, inaccuracies and compatibility of all municipal limits, since many were described for the last time on the 1950s. It also occurs the difficulty related to de-characterization of various landforms existing in times of existing laws as a result of urbanization, mining and other factors that modify the geographical landscape. These indeterminacies refer to cartographic production generated in different types of Geodetic Systems, which can cause distortions in the resulting products and the resulting analyses, if improperly processed or if wrongly interpreted. In this context, the present study aims to identify factors that hinder the demarcation of municipal borders, providing a temporal analysis of geographical landscape changes and proposing a methodology to delimitate territorial limits through exchanges between municipalities. The study area comprises the boundary between the municipalities of Nova Lima and Belo Horizonte, specifically between the neighborhoods of Vila da Serra (municipality of Nova Lima) and Belvedere (municipality of Belo Horizonte). The methodology developed through remote sensing and geoprocessing tools includes georeferencing of historical maps, thematic maps construction and evaluation of conflicts of interest. Through analogies of geodetic techniques incompatibilities between the geodetic reference systems were verified. At the end, the urbanistic parameters of the conflict areas, relevant legislation and economic issues were observed. In conclusion, the paper presents a methodology for the remodeling of the municipal boundaries. Through the results, it is identified that the delimitation of municipal boundaries cannot be grounded only for cartographic issues, these changes must be arising from analyzes involving multidisciplinary teams.

Keywords: cartography, boundaries of municipalities, geoprocessing, modeling.

SUMÁRIO

	Pág.
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	4
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1 O Sistema Geodésico Brasileiro	5
3.1.1 Sistema Córrego Alegre	6
3.1.2 Sistema SAD69	7
3.1.3 Sistema SIRGAS	9
3.1.4 Transformação de Sistemas	10
3.2 Deslocamento da Rede.....	12
3.3 Padrão de Exatidão Cartográfica	15
3.4 Contexto histórico das divisas de Minas Gerais	19
3.5 Contexto territorial do Município de Nova Lima	23
3.6 Contexto territorial do Município de Belo Horizonte.....	25
3.7 Conflito de divisas entre Nova Lima e Belo Horizonte.....	26
3.8 Legislação de limites e divisas territoriais.....	28
3.9 Ferramentas para Gestão de Informações	36
4 METODOLOGIA	38
4.1 Levantamento Geodésico e Comparação de Coordenadas nos SGR's.....	38
4.2 Levantamento, Compatibilização e Avaliação dos Produtos Cartográficos	39
4.3 Levantamento Econômico e Estudos das Legislações.....	42
4.4 Elaboração da Metodologia para Redelimitação das Divisas Municipais.....	42
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
5.1 Comparativo entre os sistemas geodésicos.....	43
5.2 Mapas das Divisas	45
5.3 Parâmetros Urbanísticos.....	49
5.4 Parâmetros Econômicos	50
5.5 Metodologia para Redelimitação das Divisas Municipais.....	51
5.6 Memorial Descritivo	52
6 CONSIDERAÇÕES	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXO I - Aerofotos AST10_1964 Escala 1/60.000.....	62

ANEXO II - Voo 1989 - Ortofoto 1990 - Embrafoto AS.....	63
ANEXO III - Modelo de Certidão de Pertencimento.....	64
ANEXO IV - Exemplo de certidão do IGTEC - Imóvel 61% NL e 39% BH.....	65
ANEXO V - Marcos cravados pelo IGA em 1982.....	66
ANEXO VI - Carta de Belo Horizonte - Folha K9.....	67
ANEXO VII - Carta de Belo Horizonte - Folha K10.....	67
ANEXO VII - Carta de Belo Horizonte - Folha L10.....	68
ANEXO IX - Carta de Belo Horizonte - Folha L11.....	68
ANEXO X - Carta de Belo Horizonte - Folha M11.	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Superfícies físicas (SF), geoide e elipsóide.....	5
Figura 2 - Diferença entre os referenciais SAD69/96 e WGS84	10
Figura 3 - Deslocamento das coordenadas entre as realizações SAD69 e SAD69/96 do SGB..	12
Figura 4 – Distorções Córrego Alegre e SAD 69.....	13
Figura 5 - Marcha de Povoamento e Urbanização do Século XVII e XVIII.....	20
Figura 6. Povoado de Congonhas - Séc. XIX.....	23
Figura 7. Loteamento Belvedere em 1990	26
Figura 8. Loteamento Vila da Serra - Década de 90.....	27
Figura 9. Aspectos físicos, jurídicos e fiscais relacionados à ocupação territorial.....	30
Figura 10 - Mapa de Localização de Nova Lima.....	38
Figura 11 - Fluxograma da pesquisa.....	39
Figura 12. Vértices utilizados para verificação das coordenadas.....	40
Figura 13 - Limite representado pelo IGA no loteamento Vila da Serra em 1982.....	41
Figura 14 - Limite extraído da carta do IBGE com <i>buffer</i> de 25 metros.....	45
Figura 15 - Divisa Nova Lima - Belo Horizonte (Censo IBGE)	46
Figura 16 - Limite Proposto pelo IGA em 2008	47
Figura 17 - Divisa Nova Lima - Belo Horizonte (IGA2012)	48
Figura 18 - Divisa Nova Lima - Belo Horizonte - Belvedere	48
Figura 19 - Divisa Nova Lima - Belo Horizonte - Vila da Serra	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Diferença entre SAD69 e SIRGAS2000.	11
Tabela 2 - Parâmetros de transformação entre os sistemas.	12
Tabela 3 - PEC e Erro Padrão para as escalas.	16
Tabela 4 - PEC da planimetria dos produtos cartográficos digitais.	19
Tabela 5 - Demonstrativo de comarcas e vilas na província de Minas Gerais.	22
Tabela 6 - Número de municípios criados por data.	23
Tabela 7 - Coordenadas UTM levantadas	43
Tabela 8. Diferença de coordenadas entre as duas realizações Córrego Alegre.	43
Tabela 9 - Diferença entre as diversas realizações do SAD69.	44
Tabela 10 - Imposto Sobre Serviços (ISS) dos lotes na parte de Nova Lima.	50
Tabela 11 - IPTU dos lotes em Nova Lima.	50

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ALS - *Airborne Laser Scanner* - Laser scanner aerotransportado.

CTS - *Conventional Terrestrial System* - Sistema Convencional Terrestre.

CONCAR – Comissão Nacional de Cartografia.

DMA - *Defense Mapping Agency* - Agencia de Mapeamentos da Defesa dos EUA.

DORIS - *Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite* - Radioposicionamento Integrado por Satélite.

EOPs - *Earth Orientation Parameters* - Parâmetros de Orientação Terrestre.

EP - Erro Padrão.

ET - PCDG - Especificações Técnicas de Produtos de Conjuntos de Dados Espaciais.

ET - ADGV - Especificações Técnicas de Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais.

EUA - Estados Unidos da América.

FPM - Fundo de Participação dos Municípios.

GIS - *Geographic Information Systems* - Sistemas de Informação Geográficas.

GNSS - *Global Navigation Satellite System* - Sistema de Navegação Global por Satélites.

GPS - *Global Positioning System* - Sistema de Posicionamento Global.

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

ICMS - Imposto Sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e Prestações de Serviços;

ICRS - *International Celestial Reference System* - Sistema Internacional de Referência Celeste.

IERS - *International Earth Rotation Service* - Serviço Internacional de Parâmetros de Rotação Terrestre.

IGA - Instituto de Geociências Aplicadas.

IGTEC - Instituto de Geoinformação e Tecnologia.

INDE - Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais.

IPTU - Imposto Predial Territorial Urbano.

ITBI - Imposto de Transmissão de Bens Imóveis Inter-Vivos.

ITRF - *International Terrestrial Reference Frame* - Sistema Internacional de Referência Terrestre.

ITRS - *International Terrestrial Reference System* - Sistema Internacional de Referência Terrestre.

ISS - Imposto Sobre Serviço.

LIDAR - Light Detection And Ranging.

MDS - Modelo Digital de Superfície.

MDT - Modelo Digital de Terreno.

PBH - Prefeitura de Belo Horizonte.

PEC - Padrão de Exatidão Cartográfica.

PEC - PCD - Padrão de Exatidão Cartográfica - Produtos Cartográficos Digitais.

PMNL - Prefeitura Municipal de Nova Lima.

RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo.

RTK – *Real Time Kinematic* - Cinemático em Tempo Real.

SAD69 - *South American Datum 1969* - Sistema Geodésico sul-americano de 1969.

SCN – Sistema Cartográfico Nacional.

SF - Superfície Física.

SGB - Sistema Geodésico Brasileiro.

SGL - Sistema Geodésico Local.

SGR - Sistema Geodésico de Referência.

SIRGAS2000 - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas.

UFPR - Universidade Federal do Paraná.

UFV - Universidade Federal de Viçosa.

VANTS - Veículos Aéreos Não Tripulados.

VLBI - *Very Long Baseline Interferometry* - Linha de Base Longa de Interferometria.

ZOCS - Zona de comércio e Serviços.

ZP - Zona de Proteção.

WGS 84 - *World Geodetic System 1984* - Sistema Geodésico Global de 1984.

1 INTRODUÇÃO

Os limites oficiais dos municípios brasileiros, em sua grande maioria, foram determinados utilizando acidentes geográficos bem definidos, assim descritos pelos legisladores. No entanto, apresentam muitas referências incertas, gerando diversas dúvidas e múltiplas interpretações. Assim, verifica-se a dificuldade relacionada às descaracterizações de vários desses acidentes geográficos, existentes nas épocas das leis vigentes em decorrência da urbanização, da mineração e de outros fatores que modificam a paisagem geográfica, alterando-se as feições originais.

Diversos municípios utilizam como limite municipal oficial, os contornos divisórios lançados em cartas topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) produzidas em 1979, a partir de ortofotocartas em escala de 1/50.000. Todavia, nesta escala não se pode obter posições com acurácia melhor que 25 metros, devido ao detalhamento do levantamento, limitando, assim, sua utilização em escala cadastral.

Além da escala, outro limitador é a existência de diversos produtos cartográficos gerados em diferentes tipos de Sistemas Geodésicos de Referência - SGR's. Isso pode causar distorções nos novos produtos gerados decorrentes de transformações inadequadas ou interpretações equivocadas.

A definição do perímetro de Nova Lima remonta à década de 50, descrito por meio de acidentes geográficos que, pela ação da mineração e da urbanização, foi descaracterizado. Isso leva à necessidade de uma modelagem para sua reconstituição ou readequação.

Pode-se citar, como exemplo, o ocorrido nos bairros da Vila da Serra e do Belvedere nos quais, por conta do processo de mineração e posteriormente de urbanização, houve uma descaracterização da divisa dos municípios de Nova Lima e Belo Horizonte. Essas intervenções antrópicas provocam dificuldades na definição dos limites e geram uma série de problemas relativos à tributação, fiscalização e responsabilização. É muito comum a ocorrência de bitributação ou incerteza de cobrança de impostos em propriedades que fazem parte dos dois municípios, gerando um impasse para o planejamento municipal.

A recuperação de informações espaciais é afetada pela precisão do produto cartográfico, escala de representação, grau de generalização dessas informações e pelas distorções próprias da projeção cartográfica.

O país ainda convive com um grave atraso cartográfico, apesar da disponibilidade de modernos instrumentos e métodos cartográficos. Os legisladores da época da definição dos limites municipais não possuíam a responsabilidade legal de discernir a geografia dos lugares. Além disso, utilizaram uma linguagem coloquial de precisão duvidosa para delimitação das áreas de divisas. Porém, a tecnologia evoluiu, disponibilizando ferramentas de geoprocessamento que fazem uso de imagens de satélite, Laser Scanner, aerolevantamentos, além da geodésia com o emprego da técnica *Global Navigation Satellite System* - GNSS, fornecendo produtos cartográficos com precisão.

Os estudos comprovam que esta situação de incertezas de limites e fronteiras acontece com frequência em todo globo terrestre. De acordo com o IMESC (2011) os limites e divisas do Estado do Maranhão foram redefinidos em 2011. O Estado de Santa Catarina, concluiu a análise de limites de seus municípios em fins de 2009 e o estado do Ceará finalizou o processo semelhante em 2013. O Estado do Mato Grosso realizou a primeira oficina de Atualização das Divisas Intermunicipais em 2014 com objetivo de elaborar propostas de resolução das inconsistências territoriais no Estado.

O Estado do Espírito Santo deve recuperar 42 quilômetros quadrados de extensão devido a marcos divisórios instalados de forma imprecisa na década de 1960. Após um acordo bilateral entre Minas Gerais e Espírito Santo, os marcos foram checados pelos técnicos, que identificaram uma diferença média de dois quilômetros em seu posicionamento. Isso resultava na inconsistência em termos de área e na consequente redução da mesma nos cálculos para o Estado do Espírito Santo.

Miranda *et. al.* (2013) apresenta o trabalho de revisão dos limites municipais do Estado do Pará em escala 1/100.000 dividindo o estudo em quatro seções. A primeira referiu-se à verificação de inconsistências entre o descrito na legislação e o observado nos documentos cartográficos sobre a área objeto de investigação. Na etapa subsequente procedeu-se à verificação de tais inconsistências em campo. Na terceira fase, retornou-se ao escritório para analisar as observações de campo e propor possíveis resoluções para os conflitos. A etapa final tratou-se da retificação e ampliação de escala do arquivo gráfico e produção de nova redação do descritivo da legislação.

No Estado do Paraná um sistema de gestão de divisas municipais está sendo elaborado para tornar o processo de revisão mais efetivo. A ferramenta vai classificar aproximadamente 3.500 trechos de divisa, possibilitando identificar se quando o limite ocorre por meio de uma rodovia ou de um curso d'água, por exemplo, se os nomes geográficos são certificados pelo Projeto Nomes Geográficos do Paraná e se ainda existem dúvidas de demarcação. O sistema conta com a parceria da Universidade Federal do Paraná - UFPR, onde os estudantes participam através de estágio permitindo que trabalhos de conclusão de curso abordem a temática de análise de divisas.

Presume-se que outros estados estejam vivenciando esse mesmo momento de atualização territorial e jurídica, cabendo à comunidade científica, aos pesquisadores e à sociedade em geral contribuir com essa área de pesquisa. Donnelly (2014) apresenta, de forma introdutória, uma visão geral das questões fundamentais relacionadas com a propriedade da terra e da importância dos inspetores na determinação de limites de terras na Austrália.

Todo esse contexto remete à necessidade do desenvolvimento de estudos, que exigem providências das autoridades para financiamento e incentivo da cartografia nacional, essencial para desenvolvimento de um país, permitindo, assim, um planejamento eficaz. Bases inconsistentes podem impelir às insatisfações socioculturais, na observância das territorialidades, desterritorialidades e novas territorialidades.

Quaisquer alterações nos limites territoriais dos municípios pode modificar o número de habitantes. O quantitativo populacional é um dos critérios utilizados pelo governo federal para a distribuição de renda, através do Fundo de Participação dos Municípios (FPM) e de bolsas assistenciais. Limites municipais indefinidos são causas de outros litígios envolvendo ações de governo e repasse de verbas, tais como a contestação de áreas por parte dos municípios limítrofes em virtude da indefinição de suas divisas, obras realizadas em espaços legalmente fora do município, desobediência administrativa e civil ao limite licitamente estabelecido, distorção na vinculação do eleitorado ao município e na arrecadação de impostos, repasse do Fundo de Manutenção do Ensino Básico, distorção nos dados populacionais, estatísticos e econômicos.

Verifica-se a necessidade de aprofundamento destes casos, nos quais existem duas realidades territoriais adjacentes, mas pertencentes a municípios diferentes e, portanto, resultantes de diferentes coleções de parâmetros urbanísticos e formas de ocupação do território. Faz-se necessário escolher ferramentas que sejam úteis como

meio de expressão para visualizar a sobreposição das transformações passadas em camadas temporais e espaciais distintas. Pode-se também trazer à tona algum tipo de reflexão devido à diferença no modo como estes espaços têm sido ocupados, por estarem sujeitos à normativas distintas, pertencentes às áreas limítrofes que possuem históricos de ocupação e gerenciamento urbano diferentes. O geoprocessamento é uma ferramenta útil neste sentido, possibilitando visualizar a ação dos agentes modeladores das paisagens eleitas como referência para a pesquisa.

Portanto, neste trabalho pretende-se discutir, compreender e diagnosticar as dificuldades para determinação e materialização dos limites do município de Nova Lima - MG, com base em estudos históricos, legislações existentes e técnicas de sensoriamento remoto.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral desta pesquisa é desenvolver um estudo de limites municipais, tendo em vista diferentes fatores que dificultam sua definição precisa e adequada, tais como a incompatibilização entre sistemas geodésicos, a qualidade dos dados geográficos e cartográficos utilizados, a escala dos produtos cartográficos de análise e a descaracterização da paisagem geográfica pela ação antrópica. O enfoque é aplicado em estudo de caso que envolve Nova Lima - Belo Horizonte.

Os objetivos específicos são:

- Discutir e identificar a exata realização dos Sistemas Geodésicos cujos produtos cartográficos estão vinculados, visando uma compatibilização dos dados para devida recuperação de limites de Nova Lima;
- Analisar a eficácia dos elementos e feições geográficas utilizadas como delimitadores das divisas intermunicipais;
- Analisar a redação das leis de criação do município de Nova Lima, no sentido de melhorar a interpretação para a clareza dos pontos divisórios;
- Sugerir a revisão das leis que determinaram as divisas dos municípios, com base nos novos sistemas e conceitos de mensuração e mapeamento;
- Estabelecer os parâmetros e critérios propondo uma metodologia para redelimitação das divisas municipais compatíveis com as necessidades dos dias atuais, evitando uma série de problemas, principalmente os relativos às competências administrativa, tributária, jurisdicional e registral.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo apresenta conceitos sobre cartografia, geodésia, histórico de ocupação e legislação, necessários para a contextualização da temática e para a compreensão do trabalho.

3.1 O Sistema Geodésico Brasileiro

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

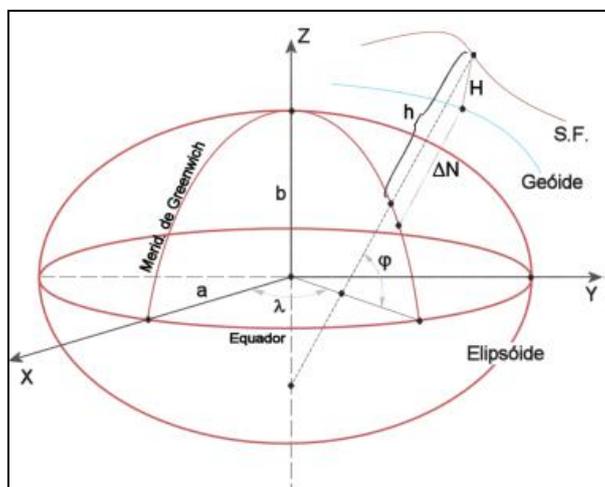


Figura 1 - Superfície física (SF), geóide e elipsóide. Fonte: adaptado de IBGE 2001.

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 (ω) e o fator dinâmico de forma (J2), o qual pode ser convertido no achatamento do elipsóide (f).

Segundo Monico (2008), 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.

Um sistema geodésico de referência é ainda um sistema terrestre convencional (CTS - Conventional Terrestrial System) associado às constantes geométricas e físicas do campo gravitacional. Um CTS é um sistema cartesiano geodésico onde sua origem está situada no centro de massa da Terra. São derivados de observações do campo da gravidade terrestre, partindo de observações de satélites e definidos por modelos, parâmetros e constantes (TORGE, 2001).

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, 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.

3.1.1 Sistema Córrego Alegre

O Datum Córrego Alegre foi oficialmente adotado no país da década de 1950 e utilizado até a década de 1970. 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 astronomicamente. 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.

3.1.2 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, 1989).

O primeiro ajuste realizado em ambiente computacional, para o estabelecimento do SAD69, foi realizado pelo *Defense Mapping Agency* (DMA), 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 *Global Positioning System* - GPS em seus trabalhos geodésicos, e a partir de 1994 começaram a ser implantadas redes estaduais GPS de alta precisão (COSTA, 1999).

Em 1996 foi concluído pelo 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 metros.

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 (2002), sua realização inicial é denominada ITRF-0, possuindo diversas realizações, cuja a mais recente é o ITRF2008. Aproximadamente 800 estações espalhadas pelo globo fazem parte dessa última realização, onde suas coordenadas foram determinadas pelas seguintes técnicas:

DORIS, GPS, LLR, SLR e VLBI. 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.

3.1.3 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 precisão com 58 estações para toda a América do Sul, onde suas coordenadas estão referidas ao ITRF94, época 1995,4.

A Resolução do IBGE N°1/2005 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 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).

Para a implantação do sistema foram utilizadas 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 84 (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 com nível de precisão de um centímetro. Portanto, o WGS 84 (G1150) possui características muito próxima ao SIRGAS, podendo ambos, para efeitos práticos da cartografia, serem considerados como equivalentes.

3.1.4 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 (World Geodetic System 1984) para SAD69. Cabe ser ressaltado que estes parâmetros foram estimados com base na realização inicial de ambos os sistemas.

A Figura 2 mostra a diferença conceitual na definição dos referenciais SAD69/96 e SIRGAS2000, identificando certas 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.

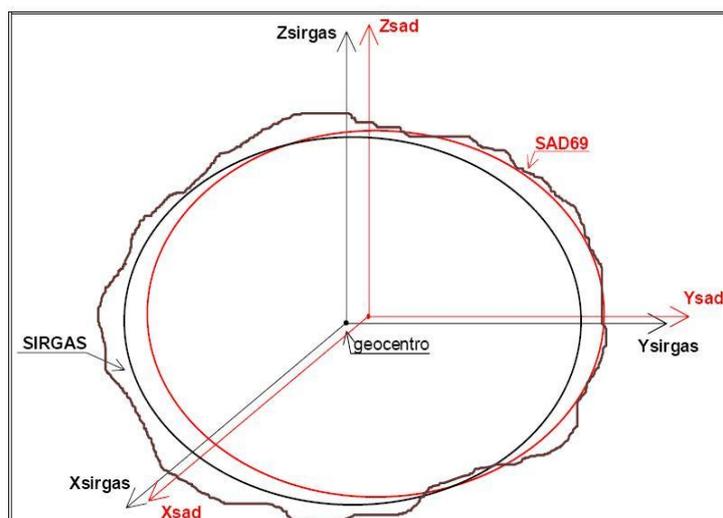


Figura 2 - Diferença conceitual entre os referenciais SAD69/96 e WGS84. Fonte: IBGE (2001).

Os parâmetros de transformação entre o SAD69 e o SIRGAS2000 foram listados na resolução 01/2005 do IBGE.

COSTA (2003) exhibe 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 65 m no contexto nacional, sua correspondência gráfica em mm segundo a escala da carta pode ser vista na Tabela 1.

Tabela 1 - Diferença posicional entre SAD69 e SIRGAS2000 em diferentes escalas.

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 1, 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 pode ser feita 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).

A Tabela 2 apresenta os parâmetros de transformação entre os sistemas geodésicos Corrego Alegre, SAD69 e SIRGAS2000.

Tabela 2 - Parâmetros de transformação entre sistemas geodésicos.

	Córrego Alegre70+72 e SAD69 Clássica	SAD69 Clássica e SIRGAS2000	SAD69/96 e SIRGAS2000	SAD69 Doppler e SIRGAS2000	Córrego Alegre 70+72 e SIRGAS2000
ΔX	- 138,70 m	-66,87 m	-67,36 m	-67,35 m	-206,048 m
ΔY	164,40 m	+4,37 m	3,97 m	+3,88 m	+168,279 m
ΔZ	+ 34,40 m	-38,52 m	38,31 m	-38,22 m	3,823 m

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.

3.2 Deslocamento da Rede

Segundo IBGE (2001), o sistema Córrego Alegre possui duas 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 SAD69 (realização inicial) e o SAD69 (realização 1996) para a rede clássica, assume amplitudes sistemáticas em relação ao vértice Chuá, como representa a Figura 3 (IBGE, 1996).

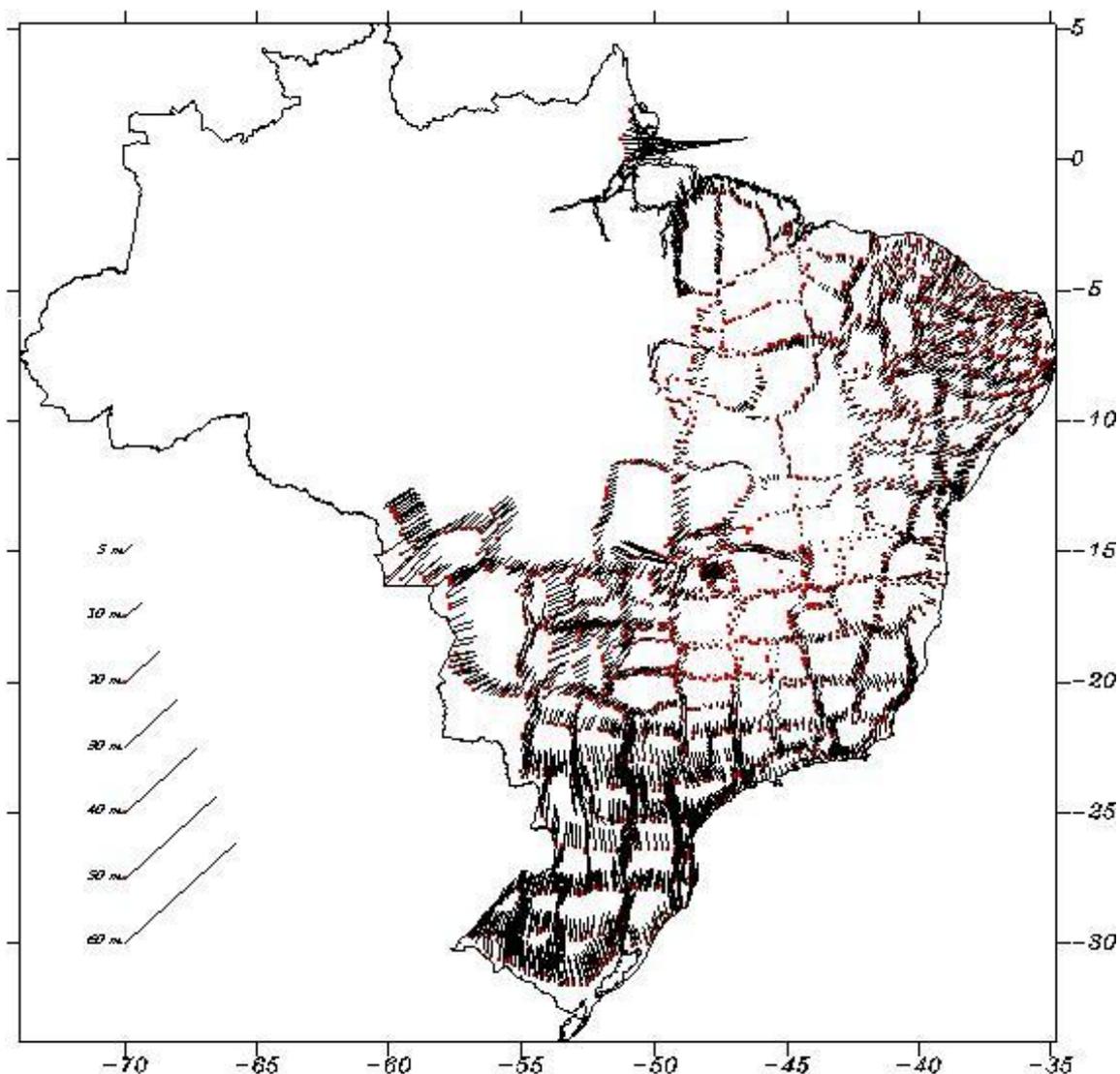


Figura 3 - Deslocamento das coordenadas entre as realizações SAD69 e SAD69/96 do SGB.
Fonte: IBGE (2001)

De acordo com a Figura 3, 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.

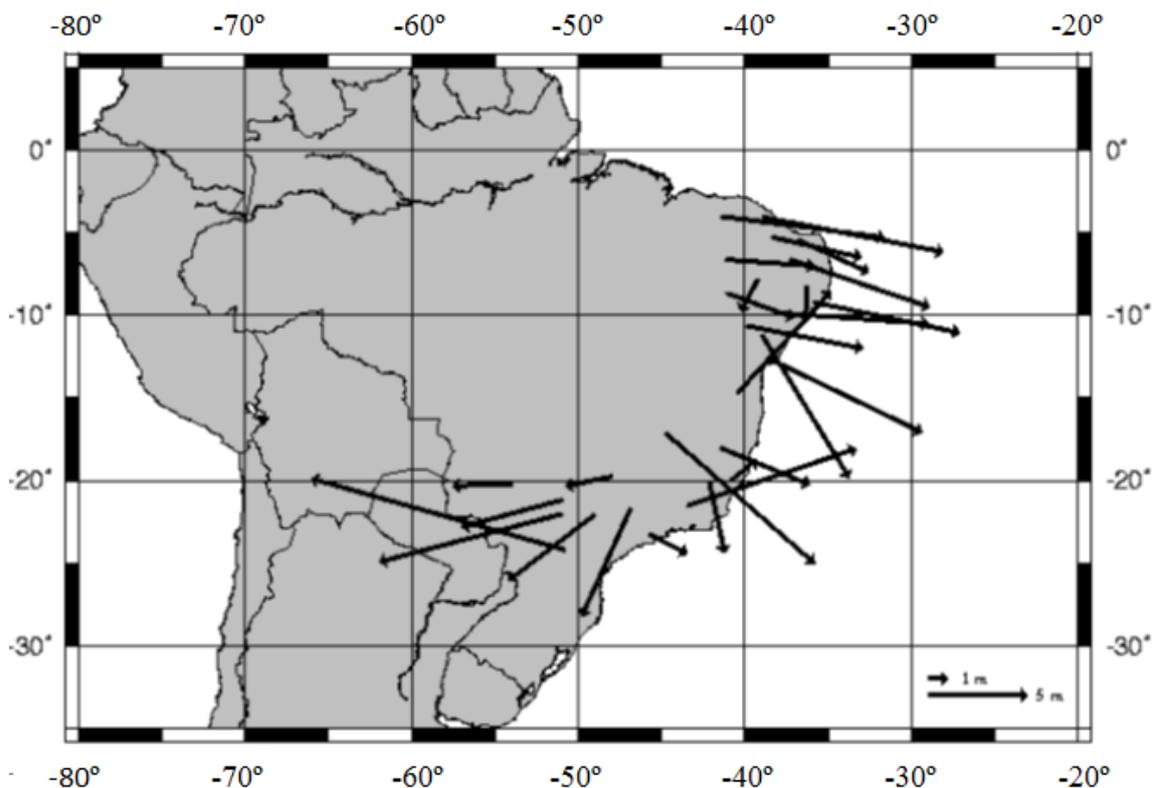


Figura 4 – Distorções Córrego Alegre e SAD 69. Fonte: adaptado de IBGE 2001.

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 (FREITAS *et. al.*, 2004).

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 SAD69 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).

3.3 Padrão de Exatidão Cartográfica

No Brasil, utiliza-se o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC), que é uma das formas de avaliação no controle de qualidade de produtos cartográficos, sendo este definido pela Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR), Decreto N°. 89.817 de 20 de Junho de 1984. Mesmo sendo cientificamente definido como defasado em relação às tecnologias digitais atuais, o decreto ainda está em vigor é o que se tem, em termos legais, para verificar a qualidade de mapeamento. A análise da exatidão cartográfica é realizada verificando as diferenças entre as coordenadas de pontos da carta e as coordenadas dos pontos homólogos obtidos a partir de observações de campo, ou de outra representação cartográfica de maior confiabilidade (LEAL, 2006).

Segundo CONCAR (2011), o Decreto nº 89.817/84 utiliza-se de um indicador estatístico da qualidade posicional. Na época, o principal objetivo foi assegurar a exatidão cartográfica do produto analógico, observando as peculiaridades de cada escala de representação.

A análise depende necessariamente da quantidade de pontos utilizados e da sua representatividade, conforme sua distribuição em relação ao objeto de verificação, sendo recomendável um maior número possível, desde que o custo para o lançamento dos mesmos não seja inviável. Merchant (1982) sugere 20 como sendo o número mínimo de pontos, bem distribuídos por todos os quadrantes da carta, sendo que existem autores que defendem um mínimo de 30 pontos.

Com a finalidade de determinar a confiabilidade de uma base cartográfica, deve-se realizar um tratamento estatístico, considerando-se a presença de erros sistemáticos e erros acidentais, baseando-se nas Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional presentes no Decreto no 89.817, de 20 de junho de 1984.

Para se alcançar o entendimento do assunto, faz-se necessário conhecer os conceitos de precisão, exatidão e acurácia cartográfica. Segundo Gemael (1994), o termo precisão está vinculado à dispersão das observações, considerando apenas efeitos aleatórios. Dalmolin e Leal (1999) definem precisão como a dispersão dos valores observados em um produto cartográfico. Com isso, a precisão expressa o grau de consistência da grandeza medida em relação a sua média (MONICO, 2008).

Monico *et al.* (2009) realizaram uma rigorosa revisão conceitual desses termos, analisando as definições de diversos pesquisadores nos ramos das Ciências Geodésicas e Cartográficas. Segundo os autores, a definição original de Gauss para acurácia

relaciona aos efeitos sistemáticos e aleatórios dos erros nas medições, enquanto que a precisão se relaciona apenas com seus efeitos aleatórios.

Apoiado nos conceitos anteriores, a análise de precisão pode ser realizada segundo Galo e Camargo (1994), através da comparação entre o desvio-padrão das discrepâncias e o Erro-Padrão esperado para a classe de carta em que o teste for realizado (A, B ou C definidos Decreto N°. 89.817). O teste estatístico utilizado é o Teste Qui-Quadrado com grau de confiança de 90% para o desvio padrão populacional (sigma) a partir do desvio amostral S levando em consideração o Erro-Padrão (EP) também definido pelo Decreto.

Como resultado da análise estatística, pode-se realizar uma classificação do documento cartográfico, observando o grau de confiança em atenção às normas vigentes.

A Tabela 3 apresenta um resumo dos diferentes valores do Padrão de Exatidão (PEC) e Erro-padrão (EP), conforme as normas do Decreto 89.817/84.

Tabela 3 - PEC e Erro Padrão para as escalas.

Escala	Classe	PEC				Erro Padrão			
		Planimétrico		Altimétrico		Planimétrico		Altimétrico	
		Carta (mm)	Terreno (m)	Carta (Eqd.)	Terreno (m)	Carta (mm)	Terreno (m)	Carta (Eqd.)	Terreno (m)
1:1000	A	0.5	0.5	1*(1/2)	0.5	0.3	0.3	1*(1/3)	0.3
	B	0.8	0.8	1*(3/5)	0.6	0.5	0.5	1*(2/5)	0.4
	C	1.0	1.0	1*(3/4)	0.8	0.6	0.6	1*(1/2)	0.5
1:2000	A	0.5	1.0	1*(1/2)	0.5	0.3	0.6	1*(1/3)	0.3
	B	0.8	1.6	1*(3/5)	0.6	0.5	1.0	1*(2/5)	0.4
	C	1.0	2.0	1*(3/4)	0.8	0.6	1.2	1*(1/2)	0.5
1:5000	A	0.5	2.5	2*(1/2)	1.0	0.3	1.5	2*(1/3)	0.7
	B	0.8	4.0	2*(3/5)	1.2	0.5	2.5	2*(2/5)	0.8
	C	1.0	5.0	2*(3/4)	1.5	0.6	3.0	2*(1/2)	1.0
1:10000	A	0.5	5.0	5*(1/2)	2.5	0.3	3.0	5*(1/3)	1.7
	B	0.8	8.0	5*(3/5)	3.0	0.5	5.0	5*(2/5)	2.0
	C	1.0	10.0	5*(3/4)	3.8	0.6	6.0	5*(1/2)	2.5
1:25000	A	0.5	12.5	10*(1/2)	5.0	0.3	7.5	10*(1/3)	3.3
	B	0.8	20.0	10*(3/5)	6.0	0.5	12.5	10*(2/5)	4.0
	C	1.0	25.0	10*(3/4)	7.5	0.6	15.0	10*(1/2)	5.0
1:50000	A	0.5	25.0	20*(1/2)	10.0	0.3	15.0	20*(1/3)	6.6
	B	0.8	40.0	20*(3/5)	12.0	0.5	25.0	20*(2/5)	8.0
	C	1.0	50.0	20*(3/4)	15.0	0.6	30.0	20*(1/2)	10.0

Fonte: Gripp Jr., 2007.

Verificando a análise realizada da exatidão e da precisão do documento avaliado, pode-se chegar às seguintes situações (LEAL, 2006):

1 – Carta Exata e Precisa: o erro médio e o desvio-padrão são menores que o admissível. Este é o caso ideal em que a carta é totalmente confiável dentro dos padrões estabelecidos.

2 – Carta Não-Exata e Precisa: o erro médio é maior que o admissível e o desvio-padrão é menor ou igual ao admissível. Neste caso, a carta não é confiável segundo os padrões adotados em relação ao referencial usado como verdade terrestre, mas confiável internamente, ou seja, as diferenças de coordenadas entre seus pontos são confiáveis.

3 – Carta Não-Exata e Não-Precisa: o erro médio e o desvio-padrão são maiores que o admissível. Este é o caso em que a carta não é confiável, quer externa ou internamente, conforme os padrões aceitos.

4 – Carta Exata e Não-Precisa: o erro médio é menor que o admissível e o desvio-padrão é maior que o admissível. Apesar de exata, a carta não apresenta coerência entre as feições representadas.

As cartas com as características apresentadas nos itens 3 e 4 devem ser descartadas, pois no caso de carta não-exata e imprecisa indica falta de coerência nas posições, quando comparadas aos valores de campo considerados como verdadeiros, enquanto a carta exata e imprecisa revela falta de coerência interna entre as feições.

As cartas com as características apresentadas nos itens 1 e 2 devem ser classificadas, pois no caso da primeira em que é exata e precisa, tem-se a situação ideal, pois apresenta posições coerentes tanto entre si quanto com a realidade física. Já a carta do item 2 (não exata e precisa), apesar de falta de exatidão, apresenta precisão quando considerada a coerência entre as feições representadas. Neste caso, esta carta é classificada no aspecto precisão, porém deve-se ter cautela quanto ao seu uso, pois suas feições não apresentam coerência com a realidade física, e, em uma eventual articulação com outros trabalhos executados para áreas adjacentes, corre-se o risco de haver disparidades (LEAL, 2006).

Nero (2005) estudou e comparou as normas de controle de qualidade aplicadas à cartografia em cerca de 18 países, apontando sugestões de alteração e complementações da norma brasileira, com ênfase na componente posicional. O Decreto 89817/84 deixa margem a dúvidas de interpretações de conceitos, inexistência de vários conceitos e

análises, tais como: o que fazer quando são apresentados erros grosseiros, forma de tratar e remover erros grosseiros, inclusão de testes estatísticos de tendência e precisão e definição de metodologia para a escolha de pontos de controle.

Com a evolução tecnológica e a popularização de equipamentos que utilizam dados e informações geoespaciais, as demandas dos usuários indicaram a necessidade de serem estabelecidos novos padrões de qualidade para os produtos cartográficos. Assim, as Especificações Técnicas dos Produtos dos Conjuntos de Dados Geoespaciais (ET-PCDG) definiram os elementos da qualidade para cada tipo de produto. Dentre estes elementos, observando o disposto na norma ISO 19.115, encontram-se os relativos à acurácia posicional, onde a acurácia absoluta consta como elemento de qualidade da geometria dos dados geoespaciais. Assim o atributo geometria de um dado vetorial, quando produzido para o Sistema Cartográfico Nacional (SCN), e por consequência, para a Infraestrutura Nacional de Dados espaciais (INDE), deve atender ao padrão da qualidade geométrica ou posicional. (CONCAR, 2011)

A norma ET-ADGV (CONCAR, 2011) instituiu um novo indicador estatístico, o Padrão de Exatidão Cartográfica dos Produtos Cartográficos Digitais - PEC-PCD. Este indicador continua a ser calculado pelo produto do desvio padrão e a constante 1,6449 e num nível de confiança de 90%. A norma torna-se mais rigorosa com os valores do PEC-PCD, sendo agora os produtos cartográficos classificados nas classes A, B, C e D (PEREIRA e NERO, 2012).

Segundo Pereira e Nero (2012) para avaliação de um produto cartográfico digital por meio da ET-ADGV, calcula-se o PEC-PCD e compara-se com o valor correspondente à escala do produto. As escalas que a norma apresenta para o PEC-PCD são 1:1.000, 1:2.000, 1:5.000, 1:10.000, 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000 e 1:250.000. Contudo a norma não especifica o número de pontos de controle que deve conter a amostra e não deixa claro como é a forma de avaliação das coordenadas planimétricas (isoladamente ou em conjunto).

Para que um produto digital possa ser aceito como produto de Referência do SCN, e consequentemente para a INDE, a exemplo do previsto para o PEC, noventa por cento (90% ou $1,6449*EP$) dos erros dos pontos coletados no produto cartográfico, quando comparados com as suas coordenadas levantadas em campo por método de alta precisão, devem apresentar os valores iguais ou inferiores aos previstos ao PEC-PCD,

devendo ainda apresentar os valores de EP também iguais, ou inferiores, aos previstos nas tabelas deste tópico (CONCAR, 2011).

Na Tabela 4, o PEC-PCD Planimétrico e o EP das classes “B”, “C” e “D” correspondem, nessa ordem, as classes “A”, “B”, “C” do PEC Planimétrico previstas no Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984.

Tabela 4 – Padrão de Exatidão Cartográfica da Planimetria dos Produtos Cartográficos Digitais.
Fonte: adaptado de CONCAR (2011).

PEC	PEC - PCD	1:1.000		1:2.000		1:5.000		1:10.000		1:25.000	
		PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)
-	A	0,28	0,17	0,56	0,34	1,40	0,85	2,80	1,70	7,00	4,25
A	B	0,50	0,30	1,00	0,60	2,50	1,50	5,00	3,00	12,50	7,50
B	C	0,80	0,50	1,60	1,00	4,00	2,50	8,00	5,00	20,00	12,50
C	D	1,00	0,60	2,00	1,20	5,00	3,00	10,00	6,00	25,00	15,00

Segundo CONCAR (2011) para o caso de produtos convertidos do meio analógico para o digital, é desejável que esse processo mantenha o padrão original do PEC. Como isso nem sempre é possível, deve-se degradar a classificação do produto cartográfico da seguinte forma:

Se PEC = A, então PEC-PCD = “B” ou “C”;

Se PEC = B, então PEC-PCD = “C” ou “D”;

Se PEC = C, então PEC-PCD = “D”;

Se PEC = Não disponível, então PEC-PCD = Não disponível.

Com a evolução tecnológica, a sociedade cartográfica necessitava de parâmetros para a avaliação dos produtos digitais, sendo que, o decreto 89817/84 foi editado para mapas analógicos e não atendiam à demanda dos dias atuais.

3.4 Contexto histórico das divisas de Minas Gerais

Minas Gerais deu início no século XVI, por meio dos bandeirantes que, em busca de ouro e pedras preciosas, se aventuraram em explorar a região. Segundo Joffily (1998), Fernão Dias Paes foi o grande bandeirante a localizar uma mina de ouro no rio Tripuí, onde está localizado o município de Ouro Preto nos dias atuais. Santos (2001) descreve que as descobertas de ouro, nas regiões anteriormente denominadas como Sabarabuçu, podem ser datadas entre 1693 e 1695, quando as terras passam a ser conhecidas como Minas Gerais dos Cataguás.

Em 1705, a produção anual de ouro das minas descobertas chega a 1,5 toneladas, passando para 4,4 toneladas em apenas 5 anos. Com isso, inicia-se a “corrida ao ouro” que traz para a região cerca de 30 mil forasteiros, chamados de emboabas. Em 1708, os paulistas reivindicam para si as concessões de lavras recém-descobertas, ocorrendo assim a Guerra dos Emboabas. Imediatamente, regras são impostas por Lisboa para controlar a extração de minérios (FURTADO, 2003).

Em 1709, foi criada a Capitania de São Paulo e Minas de Ouro, que em 1720, foi desmembrada em São Paulo e Minas Gerais.

Em 1711, quando Minas Gerais ainda pertencia à capitania de São Paulo e Minas Gerais, a Coroa institui as três vilas originais através de Carta Régia, a Vila Rica de Albuquerque, que depois passou a denominar-se Vila Rica de Nossa Senhora do Carmo (hoje a cidade de Ouro Preto), Vila do Ribeirão de Nossa Senhora do Carmo (hoje a cidade de Mariana) e Vila Real de Nossa Senhora da Conceição do Sabará (hoje a cidade de Sabará).

Em 1713, foi criado o município de São João Del Rei. Em 1714, Vila Nova da Rainha (hoje Caeté) e Vila do Príncipe (hoje Serro). Em 1715, instituiu o município de Nossa Senhora de Pitangui (hoje Pitangui).

A região tornou-se um importante centro econômico da colônia, com rápido povoamento. A sociedade brasileira sofre mudanças significativas decorrentes da implantação da extração mineral em larga escala. A população nas minas é predominantemente urbana e com uma diversidade maior que nas fazendas, de forma que os escravos, com menor controle pelos senhores e mais misturados à população como um todo, evadem mais facilmente. A necessidade de suprir a população com mercadorias gera um comércio intenso. Em 1742, a capitania de Minas Gerais já é a mais populosa do reino, com 94 mil escravos e 80 mil homens livres (JOFFILY, 1998).

O ciclo do ouro foi, por excelência, ciclo de formação de tecido urbano, sendo extremamente agregador de força de trabalho desqualificada e artesanal, arrebanhada pela sedução da riqueza fácil e imediata que afluía das terras mineiras.

Em mapas de povoamento do país, como os da Figura 5, pode-se verificar a evolução destes surtos migratórios, sendo que as manchas mais escuras significam maior densidade no processo de povoamento da zona costeira e da Província de Minas, nos séculos XVII e XVIII, respectivamente.

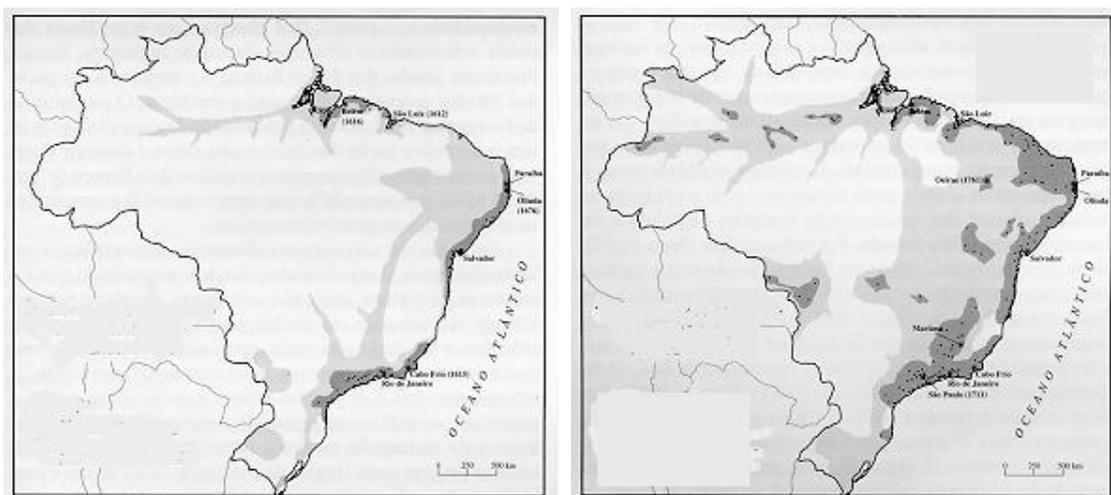


Figura 5 - Marcha de Povoamento e Urbanização do Século XVII e XVIII. Manchas escuras significam povoamento sobre influência das cidades. Fonte: SOUZA, 1997.

Essa produção prosseguiu pelo século XVII e início do século XIX, sustentou os cofres da Coroa Portuguesa, insuflando a economia metropolitana que se achava decadente e enfraquecida com a perda da hegemonia da produção monocultural do açúcar no nordeste, para as Antilhas holandesas. O abandono da monocultura açucareira atingiu as regiões da produção da região nordeste, mas oportunamente, coincidiu com a descoberta do ouro em Minas, que reorganizou o cenário econômico primário exportador da colônia. O mesmo fenômeno de abandono das minas foi detectado nas regiões mineiras, tão logo se sinalizou o declínio da produção do ouro (FURTADO, 1956).

Assim, a febre do ouro esgotou-se. Após o pico de produção em 1739, tem-se uma lenta e constante decadência que conduz o estado a produzir apenas cerca de seis toneladas em 1784, levando Portugal a criar formas cada vez mais rígidas de arrecadação de impostos, o que resultou no mais conhecido movimento político e histórico de Minas Gerais, "A Inconfidência Mineira".

A Tabela 5 traz o resumo das vilas (comarcas) criadas no estado entre os anos de 1711 a 1815.

Tabela 5 - Demonstrativo de comarcas e vilas na província de Minas Gerais.

COMARCAS	TERMOS
	1711
Villa Rica	Vila Rica (futura Ouro Preto) Nossa Senhora do Carmo (futura Mariana)
Rio das Velhas	Villa Real de Sabará
Rio das Mortes	(Arraial) do Rio das Mortes (futuro São João del-Rei)
	1714
Villa Rica	Villa Rica Ribeirão do Carmo
Rio das Velhas	Sabará Nova da Rainha Vila do Príncipe
Rio das Mortes	São João del-Rei
	1720 (acrescenta-se)
Serro do Frio	Pitanguy
	1815 (acrescenta-se)
Paracatu	Paracatu

Fonte: FURTADO, 2003.

Após as três vilas iniciais, durante o século XVIII, 13 outras vilas foram criadas. Seguindo o processo político, Minas Gerais termina o período colonial com 16 vilas. Apenas em 1831, após a Independência e o conturbado período regencial que retornaram a ser criadas novas vilas em Minas Gerais. Os surtos de implementação de novos municípios incide após a Proclamação da República em 1889. Foram criadas as condições para a emancipação de distritos e municípios. Decorrente desta nova legislação, em 1901, criaram-se mais 12 municípios e, em 1911, mais 40. Em 1923, mais 36 municípios foram incorporados ao Estado. Atinge-se o pico nos anos de 1938, ano posterior à implementação do Estado Novo pelo Presidente Getúlio Vargas e momento de centralização do poder com consequente esvaziamento dos Estados.

O Decreto-lei n. 5.091, de 21 de outubro de 1943, estabeleceu novos preceitos para a criação de municípios, tais como população mínima de 10.000 habitantes e renda anual mínima de 100.000 cruzeiros. Assim, ocorreram as implantações de novos municípios em 1948, no Governo do Presidente Eurico Gaspar Dutra, e em 1953, com o retorno de Getúlio Vargas e nos anos do Presidente mineiro Juscelino Kubistchek (1956-1961).

Para determinar as diretrizes para concepção de novos municípios, criou-se a Lei Complementar nº 01 de 10 de novembro de 1967, que delegava a criação de municípios à Assembleia Legislativa, considerando os seguintes requisitos: população superior a 10 mil habitantes, centro urbano com número de casas superior a 200, arrecadação de 5 milésimos da receita estadual, entre outros.

No procedimento, vários municípios foram criados, suprimidos e recriados, variando o período entre a criação e sua instalação definitiva, como esclarece a Tabela 6.

Tabela 6 - Número de municípios criados por data.

<i>Data</i>	<i>Número de Municípios Criados</i>	<i>Total</i>
Séc. XVIII	14	14
Séc. XIX	114	128
1901	12	140
1911	42	182
1923	34	216
1938	74	290
1943	28	318
1948	71	389
1953	97	486
1962	237	722
1992	34	756
1995	97	853

Fonte: FURTADO, 2003.

Após o ano de 1996, pode-se verificar que nenhum município foi instituído, isto devido ao fato da mudança e impedimento de legislação federal, na qual será retratada nos capítulos posteriores. Portanto o Estado de Minas Gerais possui 853 dos 5.564 municípios do país, sendo o estado com o maior número dessa unidade administrativa.

3.5 Contexto territorial do Município de Nova Lima

A região de Nova Lima começou a ser habitada no fim do século XVII, quando o bandeirante paulista Domingos Rodrigues da Fonseca Leme chega a procura de ouro. Existem divergências quanto à idade real do município, haja vista a existência de documentos relativos à mineração que citam o município antes de 1700. A data oficial utilizada na comemoração de aniversário do município representa o dia 05 de fevereiro de 1701 (PMNL, 2014).

A primeira denominação para o povoado foi Campos de Congonhas, uma vez que se designava por “Congonhas” toda a região compreendida entre a serra da Borda e Itatiaia. Com a expansão das minas, o local passou a ser conhecido por Congonhas das Minas de Ouro, abrigando a população que trabalhava em diversas minas. A Figura 6 ilustra a região composta de casas térreas e sobrados, além da velha matriz, região onde hoje encontra-se o centro do município.



Figura 6 - Povoado de Congonhas - Século XIX.
Fonte: Prefeitura Municipal de Nova Lima, 2014.

Portugal, determinado em manter a ordem na região, a fim de ter um melhor controle sobre a exploração e a arrecadação de impostos sobre o ouro, interviu na forma da criação do Regimento das Minas em 1702. Assim, regulamentando a exploração com a criação das primeiras vilas, como a Capitania das Minas Gerais e com a montagem de toda uma estrutura administrativa com a finalidade primordial de garantir a arrecadação do quinto do ouro e evitar o seu contrabando (ABREU, 1975).

Em 1748, o arraial é elevado à condição de freguesia. Em 1836, é criado o distrito, pela Lei provincial n.º 50, de 8 de abril de 1836, subordinado ao município de Sabará, com o nome de Congonhas de Sabará.

O Município, com território desmembrado de Sabará, sede no povoado de Congonhas do Sabará e a designação de Villa Nova de Lima pelo Decreto estadual n.º 364, de 5 de fevereiro de 1891, foi assim denominado em homenagem ao Antônio Augusto de Lima, historiador, poeta e político. Vila é uma categoria urbana hierarquicamente acima de Arraial e abaixo de Cidade. As sedes dos distritos são consideradas Vilas. Somente em 1923, a cidade recebeu o nome que permanece até hoje, pela Lei estadual 843, de 7 de setembro de 1923 e adquiriu parte dos distritos de Aranha e Itabirito (PMNL, 2014).

O Município sofreu diversas alterações em sua história, ora perdendo, ora ganhando território. A Comarca foi instituída pelo Decreto-lei estadual n.º 148, de 17 de dezembro de 1938, desligada de Sabará. Em 1948, o município perde os Distritos de Raposos e Rio Acima que passam a constituírem-se independentes, permanecendo com o mesmo perímetro até os dias atuais.

3.6 Contexto territorial do Município de Belo Horizonte

A região onde hoje está situada Belo Horizonte começou a ser povoada por volta de 1701, quando o bandeirante João Leite da Silva Ortiz chegou à serra de Congonhas e decidiu ficar e construir a Fazenda do Cercado, onde desenvolveu uma pequena plantação e criou gado. O progresso da fazenda logo atraiu novos moradores e um arraial começou a se formar em seu redor. O povoado foi batizado de Curral Del Rei e Nossa Senhora da Boa Viagem, tornou-se padroeira do local (PBH, 2014).

Durante a decadência da mineração, o arraial se expandiu, chegando à marca de 18 mil habitantes. Elevado à condição de Freguesia, mas ainda subordinado a Sabará, o Curral Del Rei englobava as regiões de Sete Lagoas, Contagem, Santa Quitéria (Esmeraldas), Buritis, Capela Nova do Betim, Piedade do Paraopeba, Brumado, Itatiaiuçu, Morro de Mateus Leme, Neves, Aranha e Rio Manso. Surgiram as primeiras escolas e o comércio se desenvolveu. No centro do arraial, os devotos ergueram a Matriz de Nossa Senhora da Boa Viagem. Porém o ciclo de prosperidade chegou ao fim. As diversas regiões que constituíram o arraial foram tornando-se autônomas. A população rapidamente diminuiu e a economia local entrou em decadência.

A discussão sobre a transferência da sede do Governo para uma cidade diferente de Ouro Preto surgiu a partir do século XVIII, quando em 1789, os inconfidentes planejaram instalar a capital de sua república em São João Del Rei. Outras quatro tentativas foram feitas, todas fracassadas. A questão voltou a ser apreciada após a Proclamação da República. Dessa vez, não se tratava de uma simples transferência, mas da construção de uma nova cidade (ABREU, 1975).

Em 1891, Augusto de Lima, presidente do estado, elaborou um decreto determinando a transferência da capital para um lugar que oferecesse condições precisas de higiene. Logo, a Comissão Construtora da Nova Capital foi criada em 1894, comandada pelo engenheiro Aarão Reis, cuja função era de escolher dentre cinco localidades, a mais adequada para a construção da nova cidade. O Congresso mineiro, a quem cabia a decisão final, votou a favor da região de Curral Del Rey. Assim, a 17 de dezembro de 1893, a lei n.º 3 foi adicionada à Constituição Estadual, determinando que a nova sede do Governo fosse erguida em Belo Horizonte, chamando-se Cidade de Minas.

A preferência levou em conta a proteção contra os ventos frios e úmidos, garantida pelas serras do Curral e de Contagem, com mananciais de água de boa qualidade e suficientes para abastecer sua futura população. A cidade foi planejada para abrigar cerca de 400 mil habitantes, inspirada em cidades modernas do mundo como Paris e Washington, a partir de uma nova concepção estética urbana, com largas avenidas, ruas simétricas e arborizadas, bulevares, praças, jardins e um moderno sistema de transportes para a época.

Em 17 de dezembro de 1893, Afonso Pena, governador de Minas Gerais (1892-94), promulgou a lei que designava Belo Horizonte como a capital do Estado. A primeira cidade planejada do país, inicialmente chamada de "Cidade de Minas", foi inaugurada no dia 12 de dezembro de 1897 pelo então presidente de Minas, Chrispim Jaques Bias Fortes (1894/98). Em 28 de dezembro de 1897 criou-se a Prefeitura Municipal, sendo nomeado seu primeiro prefeito o Dr. Adalberto Dias Ferraz da Luz. A capital passou a se chamar Belo Horizonte somente em 1901 (PBH, 2014).

Os eixos urbanos de maior crescimento surgiram em torno dos locais onde a atividade industrial e seus desdobramentos foram encontrados, a partir de 1960, data da intensificação da atividade industrial no estado de Minas. Como ilustração concreta do desenvolvimento industrial, encontra-se a consolidação dos eixos rodoviários formados pela Rodovia Federal BR-040 e a Estadual MG-030, ambas passando por Nova Lima, como exemplos da alteração gradativa dos processos de adensamento urbanos locais e regionais.

As formações de distritos industriais e de cidades-dormitório nos municípios vizinhos iriam constituir posteriormente a Região Metropolitana de Belo Horizonte e consolidar a especialização da capital no setor de serviços.

3.7 Conflito de divisas entre Nova Lima e Belo Horizonte

Neste tópico foi investigado como ocorreu a descaracterização dos limites físicos de Nova Lima e Belo Horizonte, e quais são os parâmetros urbanísticos nas zonas de conflito. O Anexo I e II ilustra a região em 1964 e 1960, antes e depois da urbanização.

O bairro Belvedere foi inscrito na metrópole em 1969, quando foi efetuado o loteamento de sua primeira fase. Posteriormente, em 1973, foi lançada a segunda etapa

e, após alguns anos, lançou-se a terceira fase, em 1988. O Bairro Belvedere III foi formado pela expansão do loteamento Belvedere, feito em etapas que se iniciaram no final dos anos de 1960 em Belo Horizonte. Seu caráter construtivo diferia totalmente das etapas do conjunto executadas anteriormente: os bairros Belvedere I e II eram caracterizados pelo zoneamento restritivo e que correspondia a grande parte ocupada por padrão residencial unifamiliar. O Belvedere III, por sua vez, caracterizou-se pela ocupação multifamiliar, no padrão ZR-4B e uso misto no padrão ZC3, o que permitiu a instalação de comércio local a comércio de impacto regional, além da possibilidade de instalação de indústria de médio porte (GOMES, 2006).

A Figura 7 ilustra a região da divisa entre Nova Lima na época da execução do loteamento Belvedere.



Figura 7 - Loteamento Belvedere em 1990, após a conclusão das obras de infraestrutura.
Fonte: GOMES, 2006

O Plano Diretor de 1996 interrompeu um possível novo crescimento do adensamento da região do Belvedere. No entanto, uma demanda já havia sido criada: a região estava pressionada para expandir-se. Esta pressão foi, então, repassada aos bairros vizinhos cujas normativas eram mais permissivas em relação ao adensamento e verticalização. Dentre estes, encontrava-se o Bairro Vale do Sereno e o Vila da Serra.

A Figura 8 ilustra o loteamento Vila da Serra na década de 90.

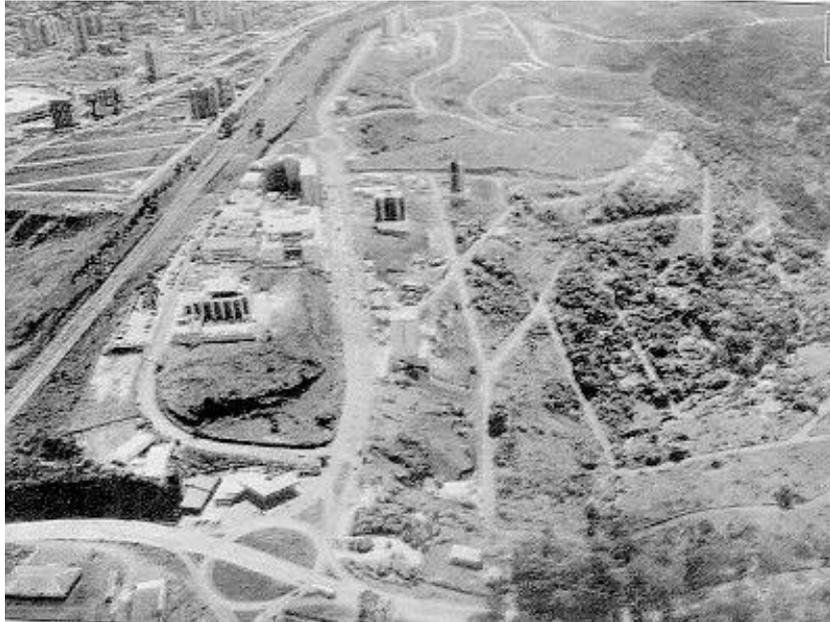


Figura 8 – Loteamento Vila da Serra.
Fonte: Prefeitura Municipal de Nova Lima, 2000.

Segundo Pires (2003), anteriormente à aprovação do Vila da Serra, a região foi aprovada como bairro Jardim Inconfidentes em 1978, contudo teve a sua aprovação cancelada e uma nova aprovação feita em 1981, em nome de um incorporador ligado à Construtora Mendes Júnior. Pela localização privilegiada, junto aos limites da zona sul de Belo Horizonte, do BH Shopping recém-inaugurado, o Vila da Serra acabou por se transformar em um bairro importante para Nova Lima, podendo ser considerado o primeiro local no município onde foram possíveis altos coeficientes de aproveitamento construtivo.

No caso do Vila da Serra, a proposta de zoneamento abriu perspectivas de utilização do loteamento como uma continuidade zonal da verticalização do Belvedere III, bastante polêmica na época de sua implantação. A alteração da legislação para a área mudou sua paisagem e tornou necessária à implantação de um subcentro municipal no local, bastante diverso do encontrado na sede urbana.

3.8 Legislação de limites e divisas territoriais

Segundo Donnelly (1985), geralmente os limites de terra são fixados e não se movem, embora a interpretação da posição do limite pode ser decisões difíceis e profissionais podem variar na interpretação da evidência da localização. A situação no que diz respeito aos limites "naturais" formados por mares, lagos e rios é mais complexa na medida em que esses limites não podem ser marcados no chão e não são fixos em um

único lugar, mas podem mudar de posição ao longo do tempo através de acreção ou erosão do recurso descrito lento e imperceptível.

O IBGE busca conformar os limites censitários com os limites administrativos ou outras feições de interesse. Desse modo, encontram-se setores cujos limites são linhas de cumeada, topos de morro, cursos d'água e, mais comumente encontrados, os eixos centrais dos logradouros. Portanto, o limite utilizado no Censo representa uma aproximação e uma modelação nos casos de alteração física dos limites como, por exemplo, no Bairro Vila da Serra, onde houve a descaracterização da divisa.

Ramos (2002) cita que diferentes características socioeconômicas se dão a partir da interação existente entre o espaço geográfico e a identidade coletiva da população que ocupa esse espaço. Logo, a partir do estabelecimento da escala de análise espacial (bairros, quadras, lotes), é possível desenvolver medidas quantitativas de condições socioeconômicas da população residente em cada território e representá-las espacialmente.

Segundo Garcia (2007), muitas vezes os setores censitários vão de encontro ao conceito de dependência espacial. Como os eixos centrais de logradouros constituem divisa setorial, as casas de um lado da rua pertencem a um setor, enquanto casas do outro lado pertencem a outro. Isto implica dizer que um logradouro não possui homogeneidade socioeconômica ao longo de seus trechos, contrariando o conceito de valor único por trecho de logradouro, presente no conceito de planta genérica de valores. A exceção da afirmação se dá quando ocorre a heterogeneidade, a partir do momento em que alguns logradouros constituem divisas territoriais, tais como grandes avenidas, ou divisas entre áreas altamente segregadas.

As questões envolvendo os setores censitários são altamente correlacionadas à definição dos limites municipais, pois estudos socioambientais, econômicos e culturais devem ser realizados para a validação de uma nova configuração de divisa entre municípios. Os equipamentos e serviços urbanos oferecidos por uma prefeitura a uma localidade podem configurá-la como um território. Ressalta-se que a presença de infraestrutura influencia diretamente na qualidade de vida da população.

Além da restrição topológica, podem-se verificar regras de restrição de vizinhança, as quais se produzem a partir do estudo referente à importância das relações

de vizinhança nas configurações dos territórios, tanto no interrelacionamento sócio-pessoal, quanto em termos de distribuição espacial de infraestrutura urbana.

Portugal (2009) afirma que as principais relações sociais se dão entre pessoas de mesma classe social, o que muitas vezes está vinculado ao local de moradia dessas pessoas, dividindo, inclusive, os mesmos serviços urbanos prestados pela prefeitura. Portanto, entende-se que deve ser evitado desde que possível, a definição de limites municipais no centro de logradouros públicos, evitando assim desacordos, tais como a municipalidade com sua obrigação de coleta de lixo, manutenção de vias, distinções quanto à legislação urbanísticas, fiscalização, tarifações, entre outros fatores e, sempre que possível, buscando encontrar áreas com certo grau de semelhança, definindo-se então, as fronteiras de homogeneidade.

A Constituição de 1988 introduz a noção de planejamento participativo. Esta tem um capítulo reservado à política urbana, especialmente nos artigos 182 e 183, onde destacam-se três pontos sobre política urbana. Reconhece o papel fundamental dos municípios na determinação das políticas de ordenação territorial, determina um novo conceito para a propriedade imobiliária urbana e cria um novo direito coletivo: o direito ao planejamento urbano (BRASIL, 1988).

A Constituição estabelece a obrigatoriedade da Lei Orgânica Municipal e do Plano Diretor, para cidades com mais de 20.000 habitantes. Desta maneira, ela delega aos municípios a tarefa de ordenação do urbano com vistas a desenvolver plenamente as funções sociais da cidade e a garantir o bem estar de sua população. O conteúdo do Plano Diretor deve dispor sobre o uso do solo urbano, expansão urbana, parcelamento do solo urbano, habitação, saneamento básico e transportes urbanos.

Neste contexto, teve início na esfera federal, um longo histórico que remonta à década de 1960 em torno de um projeto de lei complementar ao capítulo de política urbana da Constituição. Este projeto de lei (nº 5.788/90), conhecido como Estatuto da Cidade, foi finalmente instituído em 10 de julho de 2001, através da Lei 10.257 (BRASIL, 2001).

Segundo Brandão (2003), a ocupação de um território deve ser analisada sob os diversos aspectos econômicos, políticos, legais, geográficos e sociais. A natureza física da ocupação territorial consiste na delimitação geométrica dos direitos sobre o domínio, refere-se à sua caracterização espacial e corresponde à sua localização e suas

dimensões, ou seja, onde está localizado o domínio e quanto de território foi ocupado. A natureza jurídica refere-se a quem ocupa e aos direitos e obrigações decorrentes de como essa ocupação ocorre. Os aspectos físicos da ocupação de um território são tratados pelo sistema de cadastro territorial. Os aspectos jurídicos da ocupação de um território são tratados pelo sistema de registro territorial. Os aspectos fiscais da ocupação de um território são tratados pelo sistema tributário sobre o uso da terra. As informações procedentes dos sistemas registral e cadastral são imprescindíveis para as atividades relacionadas ao planejamento e gerenciamento territorial de uma maneira geral. A Figura 9 mostra de forma esquemática essa necessidade.

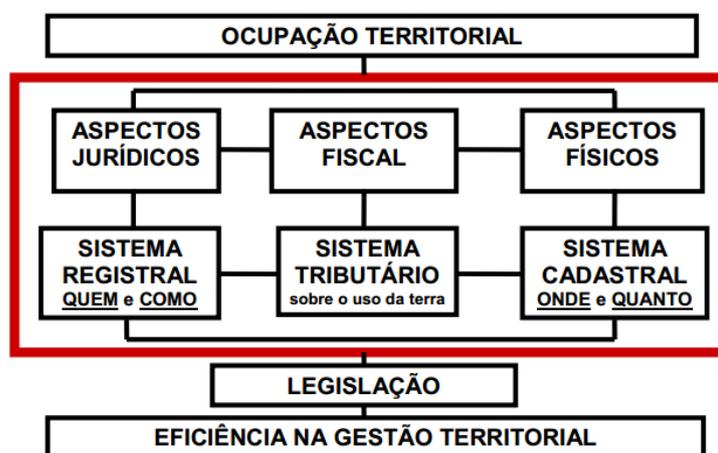


Figura 9. Aspectos físicos, jurídicos e fiscais relacionados à ocupação territorial.
Fonte: Brandão, 2003.

As indefinições acerca dos limites em áreas urbanizadas acarretam um grande nó nas questões relacionadas com a ocupação territorial, e assim todos os itens pertencentes ao esquema da Figura 9 tornam-se complexos e em grande parte das vezes uma incógnita para as respectivas esferas.

Brandão (2003) discorre sobre os limites da parcela territorial, estes devem respeitar as divisões administrativas do território, devendo fazer parte, por exemplo, de um único estado, município, distrito, bairro, comarca, circunscrição jurídica, circunscrição administrativa, zona urbana e zona rural. Ou seja, o sistema cadastral deve considerar todos os limites administrativos usados no território brasileiro. Nos casos em que houve a expansão urbana, sem a atualização dos limites territoriais, resultaram-se propriedades pertencentes a até 3 municípios, gerando assim, diversas complicações conforme já mencionado anteriormente.

O perímetro de Belo Horizonte e o de Nova Lima foram descritos pela última vez no Imprensa Oficial "Minas Gerais", que trouxe o corpo da Lei 336 de 27/12/1948:

*"Belo Horizonte com o município de Nova Lima:
Começa na Serra do Curral, no trecho denominado Serra do Taquaril;
no marco "CT", segue pela cumeada da Serra do Curral, passando pelos
trechos denominados Taquaril, Pico, Ponta, Rabelo, Água Quente,
Mutuca, José Vieira, até o entroncamento com a Serra da Moeda, no
marco 17, no lugar denominado Varginha."*

Verifica-se que as leis vigentes estão totalmente desatualizadas e que geram diversas dúvidas, pois os limites são puramente político-territorial. Acontecem, em diversos casos, equívocos cartográficos, que são aqueles que dizem respeito à linguagem utilizada na identificação de determinados elementos da paisagem natural e da cultura na determinação dos limites e divisas, além de discordância cartográfica quanto à utilização de elementos antrópicos da paisagem.

Pode-se descrever que os problemas de fronteiras não é caso apenas no Brasil. Donnelly (2014) descreve o caso mais famoso da Austrália, que é a determinação da fronteira dos estados de "South Australia" e "Victoria". A fronteira foi criada em 1836 por cartas imperiais de patentes como o meridiano 141° de longitude, mas devido a erro humano por inúmeros exploradores e pesquisadores foi marcado em uma posição de 4,03 km a oeste da localização geográfica específica. Depois de uma disputa legal prolongada com duração de mais de 75 anos que finalmente foi definida pelo Conselho Privado que a linha erroneamente marcada seria o limite legal entre os dois Estados.

A confusão sobre a determinação da fronteira na Austrália resultou nas "Diretrizes para a Determinação da fronteira do Estado ao longo do rio Murray" emitidas em conjunto pelos técnicos e inspetores de ambos os estados (DONNELLY, 2014).

Em outro caso bastante incomum relacionado a limites na Austrália, o Supremo Tribunal teve dificuldade em identificar se um assassinato ocorreu no Estado de Victoria ou New South Wales. Segundo o inquérito o tiro foi disparado de Victoria e a vítima estava à beira da água no rio gerando problemas de jurisdição dos estados e por fim a condenação foi anulada (DONNELLY, 2014).

No Estado de Minas Gerais, o órgão responsável pelos limites municipais é o Instituto de Geociências Aplicadas (IGA). Com a reforma administrativa ocorrida em

2013, o IGA incorporou-se à Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), e juntas as duas instituições passaram a se chamar Instituto de Geoinformação e Tecnologia (IGTEC). A fusão foi oficializada com a publicação da Lei 21.081, ocorrida no dia 27 de dezembro de 2013.

A oficialização da responsabilidade sobre os limites municipais em Minas Gerais foi instituída pela Lei Complementar nº 37, de 18 de janeiro de 1995, a qual dispõe sobre a criação, a incorporação, a fusão e o desmembramento de municípios e dá outras providências, em seu Capítulo VII.

Ainda se tratando da Lei Complementar nº 37, em seu Capítulo IV - Da Alteração de Limites Intermunicipais aduz:

"Art. 30 - As modificações de limites intermunicipais não resultantes de criação de município serão feitas por Lei estadual, mediante solicitação dos municípios interessados e acordo prévio, aprovado pelas respectivas Câmaras municipais.

Parágrafo único - A solicitação de que trata o "caput" deverá ser acompanhada de texto descritivo dos novos limites elaborado pelo IGA."

No ano de 1992, o IGA na tentativa de solucionar vários problemas junto às linhas de divisa intermunicipais, desenvolveu o Projeto de Redelimitação dos Municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Este projeto apresentado em 1994 aos representantes dos Municípios e Câmaras Municipais, não teve a repercussão esperada pelo Órgão, tendo em vista o tamanho de sua importância para a população e municipalidades. (IGA, 2008)

Novamente em 2008 o IGA propõe um novo estudo técnico de alteração das linhas de divisa, objetivando facilitar a leitura da legislação legal identificando-a com maior precisão no campo. Os problemas que envolvem a modificação das linhas divisórias intermunicipais estão ligados à localização de eleitores à implantação de escolas, atendimentos em postos de saúde, entregas de correspondências, implantação de linhas telefônicas, cadastramentos pra fins escolares, recolhimento de lixo, representações cartográficas claras, pesquisa para senso demográficos, ocorrências policiais, telefonia, abastecimento de água e luz, melhoramentos em vias de acesso e tantos outros serviços necessários às comunidades. (IGA 2008).

O projeto não foi consolidado, esbarrando na necessidade de acordos intermunicipais, e posteriormente apreciados e homologados pela Assembleia

Legislativa Estadual, transformando-os em leis estaduais e publicação no "Minas Gerais" para a sua oficialização.

Porém em 1996, desde a criação da Emenda Constitucional nº 15, qualquer alteração de divisas relativas aos municípios está suspensa aguardando aprovação de Lei Complementar Federal, conforme a *Constituição Federal de 1988, Artigo 18*:

"§ 4º A criação, a incorporação, a fusão e o desmembramento de Municípios, far-se-ão por lei estadual, dentro do período determinado por Lei Complementar Federal, e dependerão de consulta prévia, mediante plebiscito, às populações dos Municípios envolvidos, após divulgação dos Estudos de Viabilidade Municipal, apresentados e publicados na forma da lei." (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 15, de 1996).

Para exemplificar a situação, em 2011, o município de Varzelândia e Ibiracatu, por meio de ofício solicitaram que seja editada lei estadual para promover a alteração das divisas entre os dois municípios, contudo receberam o comunicado de que alteração dos limites já existentes está condicionado à manifestação do Congresso Nacional, por meio de lei complementar e que tal norma ainda não foi editada.

Em outubro de 2013, o Plenário do Senado aprovou o Projeto de Lei 98/2002 do senador Mozarildo Cavalcanti (PTB-RR), que define regras para a criação, incorporação, fusão e desmembramento de municípios. De acordo com a proposta, qualquer um desses processos só poderá ser feito após estudo de viabilidade e aprovação prévia por meio de plebiscito, consultando os moradores da região afetada. Outra regra prevista no projeto é que o estudo de viabilidade deve englobar aspectos econômico-financeiro, político-administrativo e socioambiental e urbano. O texto foi encaminhado para a sanção da presidente da República, Dilma Rousseff. No texto não estava relatado a questão de alteração das divisas municipais como foi relatado na legislação estadual em 1995. A presidente Dilma Rousseff, no mês de dezembro de 2013 vetou integralmente o projeto aprovado pelo Senado Federal que permitia a criação de novos municípios no país.

Outro Projeto de Lei Complementar 397/14, similar ao 98/2002, aprovado pela Câmara dos Deputados em junho de 2014, após um acordo com o governo para tornar mais rígida à criação de municípios e facilitar a fusão daqueles inviáveis financeiramente também foi vetado integralmente pela Presidente em agosto de 2014.

Portanto a discussão sobre criação, extinção, fusão e incorporação de municípios volta à estaca zero, continua da mesma maneira de 15 anos atrás, ou seja, não existe a lei complementar em relação à Emenda Constitucional 15, de 1996, que transformou a competência estadual de criar regras de alterações dos municípios para uma lei complementar federal.

Entretanto, estes vetos também impossibilitam que os municípios, através de acordos, pudessem estabelecer divisas entre si, o que traria melhorias para as questões urbanas, culturais, cadastrais e cartoriais. Cabe agora o projeto voltar ao senado e sofrer alterações para que possa ser novamente levado à sanção da presidente.

Portanto, o IGTEC encontra-se impossibilitado de alterar qualquer limite, ficando no aguardo de uma legislação sobre o tema e assim trazer soluções para os diversos tipos de casos apresentados.

Uma das questões que merece destaque na falta de determinação dos limites municipais é arrecadação dos municípios que dependem de diversos fatores, entre eles, o número de habitantes, área total, cobrança de impostos e repasse de verbas federais.

A Lei 13.803, de 27 de dezembro de 2000, dispõe sobre a distribuição da parcela da receita do produto da arrecadação do ICMS pertencente aos municípios. São parâmetros que influenciam na arrecadação: a relação percentual entre a área geográfica do município e a área total do Estado, a relação percentual entre a população residente no município e a população total do Estado, e à produção, circulação de mercadorias e prestação de serviços, quando o estabelecimento do contribuinte do imposto se estender pelos territórios de mais de um município, sendo feita proporcionalmente.

Portanto, a responsabilidade fica a cargo do IGA e do IBGE de fornecerem informações com relação à área do município e do número de habitantes pertencentes, sendo que estes dados apresentam um fator importante para o cálculo da receita de cada município em relação ao ICMS.

Para fins de apuração e entrega de documentos relativos ao Valor Adicionado Fiscal, para efeitos de distribuição da parcela do ICMS pertencente aos municípios, também é função do IGA emitir certidão de proporcionalidade para os devidos cálculos do ICMS.

Esta questão torna-se complexa porque insere a responsabilidade no IGA quanto à emissão de uma certidão de pertencimento (Anexo III e IV), na qual é informada a

porcentagem de área relativa para cada município, sendo que grande parte dos produtos cartográficos e da legislação existente não propiciam este nível de detalhamento, não havendo uma acurácia fidedigna para um cálculo totalmente eficaz. Portanto, a legislação e a cartografia devem ser desenvolvidas em concomitância, um dependendo do outro para que haja um resultado satisfatório, acurado e legal.

3.9 Ferramentas para Gestão de Informações

Segundo Zyngier (2012), a paisagem urbana é resultado de transformações que se realizam em diferentes escalas temporais e espaciais. Em uma escala temporal mais diluída, a paisagem é resultante da aplicação de normativas de uso e de ocupação do solo que configuram volumes que se inserem de modo pontual, mas que somados formam um conjunto. Em outra escala, a temporal mais concentrada, as intervenções se realizam na forma de transformações movidas pelo empreendedorismo. As técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento são fundamentais para o planejamento e gerenciamento das áreas urbanas.

Os sensores ópticos, carregados a bordo de satélites, trouxeram a possibilidade de obtenção de imagens das mais variadas regiões do globo terrestre, possibilitando a aquisição de dados espaciais a custos acessíveis. Nesse contexto, tem sido cada vez maior, a utilização dos dados e técnicas de sensoriamento remoto para monitoramento ambiental e planejamento municipal, por fornecer dados sobre a cobertura vegetal, com diferentes resoluções espectrais, espaciais e temporais (BORGES *et. al*, 2013).

Segundo Mather (1999), o sensoriamento remoto é um termo que se refere à obtenção de imagens à distância, sobre a superfície terrestre por meio de aparelhos denominados sensores remotos. A cena digital pode ser decorrente do levantamento realizado por uma câmara aérea embarcada em aeronaves ou por sensores orbitais imageadores instalados em satélites artificiais.

Segundo Câmara *et. al*. (2014), o termo geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e a tecnologia, que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. Além disso, com o uso de ferramentas computacionais, essa disciplina permite realizar análises complexas, tratamento e apresentação de informações associadas a mapas georreferenciados.

A elaboração de produtos cartográficos em escalas cadastrais era feita por fotografias aéreas ou por topografia convencional. No final do século XX, um conjunto de inovações tecnológicas relacionadas à área de sensoriamento remoto emergiu, abrindo espaço para novas aplicações.

Dentre essas inovações, o uso de Ortoimagens derivadas de sensores remotos surge como um potencial recurso que permite a realização de estudos cartográficos, os quais podem servir como subsídios nas obras de engenharia, na previsão de desastres naturais, no estudo de tráfego, na agricultura de precisão, dentre outras aplicações. Neste sentido, os sensores ópticos de alta resolução carregados a bordo de satélites trouxeram a possibilidade de obtenção de imagens das mais variadas regiões do globo terrestre, possibilitando, então, a aquisição de dados espaciais a custos acessíveis. (BORGES *et. at.* , 2012).

Outra inovação compreende a técnica de aquisição das coordenadas de pontos do terreno empregando o *Light Detection And Ranging- LIDAR*, transportado a bordo de aeronaves, têm se mostrado especialmente promissora. Com os sistemas de varredura a laser aerotransportado (*Airborne Laser Scanner – ALS*) são geradas coordenadas tridimensionais da superfície da Terra na forma de uma nuvem de pontos (DALMOLIN, 2003). O processamento, a análise e a integração desses dados têm propiciado muitas aplicações na área de análise e modelagem de dados espaciais e ambientais.

O princípio de operação do sistema de varredura a *laser* baseia-se na determinação da distância entre o sensor e a superfície, através de um pulso que se propaga à velocidade da luz. A distância é determinada medindo o tempo decorrido entre a emissão do pulso e o registro da parcela refletida pela superfície (CENTENO e MITISHITA, 2007). A geração do Modelo Digital do Terreno – MDT de Laser é realizada aplicando um procedimento de filtragem nos dados, obtido a partir da eliminação das elevações (edificações e vegetação) dos elementos referentes ao Modelo Digital de Superfícies - MDS (VOSSELMAN, 2000).

A tecnologia *Laser* é um método eficiente de se obter informações sobre a topografia de uma região, com aplicações diversas, como detecção de possíveis áreas de risco de ocupação, viabilizando projetos para a prevenção de enchentes urbanas e principalmente para auxílio no planejamento do Plano Diretor dos municípios. Outras técnicas de sensoriamento remoto também vêm sendo utilizadas para geração de cartas e mapas, como, por exemplo, o uso de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT).

As técnicas de sensoriamento remoto atualmente disponíveis são importantes para o planejamento dos municípios. Mesmo com o advento dessa tecnologia para mapeamentos, existe no Brasil uma indeterminação com relação aos limites municipais, já que muitos foram desenhados pela última vez em cartas do IBGE, na escala de 1/50.000, com precisões não melhores que 25 metros. Neste contexto, existe a necessidade de, através das técnicas de sensoriamento remoto, georreferenciar os trechos dos limites municipais onde não ocorreu descaracterização com relação ao corpo da lei. Este processo fornece a precisão adequada para atender à demanda dos dias de hoje, e nas áreas urbanizadas, serve de ferramenta para estudo de modificações de divisas municipais.

4 METODOLOGIA

O presente trabalho está focado no perímetro do município de Nova Lima - MG, que possui uma área de 428,45 km², e faz divisa com as cidades de Belo Horizonte, Raposos, Rio Acima, Itabirito, Brumadinho, Sabará e Ibirité, como ilustra a Figura 10. O estudo está voltado especificamente para a região de conflito entre Nova Lima e Belo Horizonte, cujos limites foram deteriorados devido ao processo de urbanização e descaracterização dos divisores naturais e envolve atualmente a região do Bairro Vila da Serra pelo lado de Nova Lima e do Bairro Belvedere do lado de Belo Horizonte.

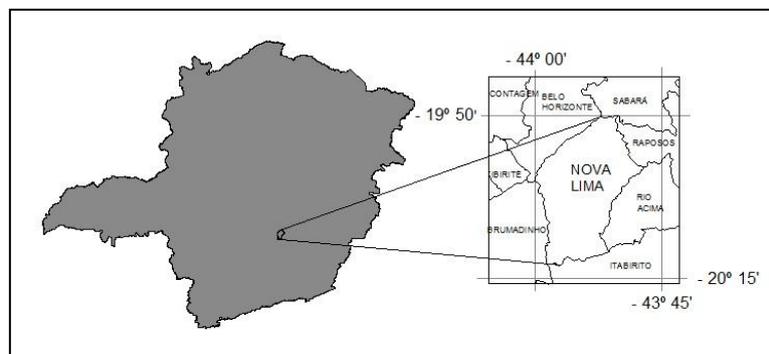


Figura 10 - Mapa de Localização de Nova Lima - MG.

A metodologia utilizada no desenvolvimento da pesquisa usa instrumentos de geoprocessamento e sensoriamento remoto para o georreferenciamento de mapas históricos, construção de mapas temáticos, análises multicritérios e a avaliação dos conflitos de interesses. A figura 11 traz um fluxograma do trabalho.

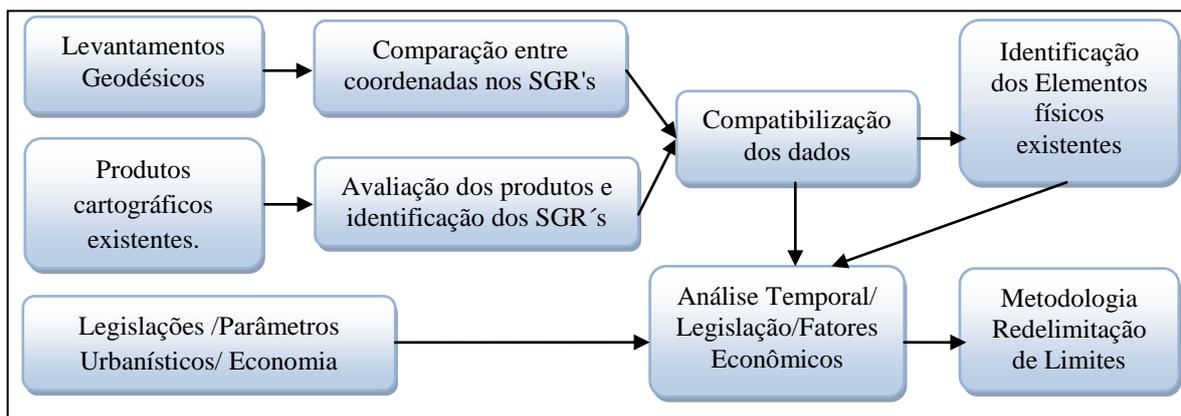


Figura 11 - Fluxograma da pesquisa.

Para a coleta, processamento de dados e geração de mapas utilizou-se no trabalho um par de GPS Geodésico de dupla-frequência da Marca Promark 500 da Ashtech, software GNSS Solutions, software PROGRID, software AUTOCAD2010 e software ARCGIS 10.1.

4.1 Levantamento Geodésico e Comparação de Coordenadas nos SGR's

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 00h:40min à 2h:00min, 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 existentes, optando-se por aqueles com melhor distribuição espacial pelo perímetro de Nova Lima conforme ilustra a Figura 12. 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 à Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo - RBMC.

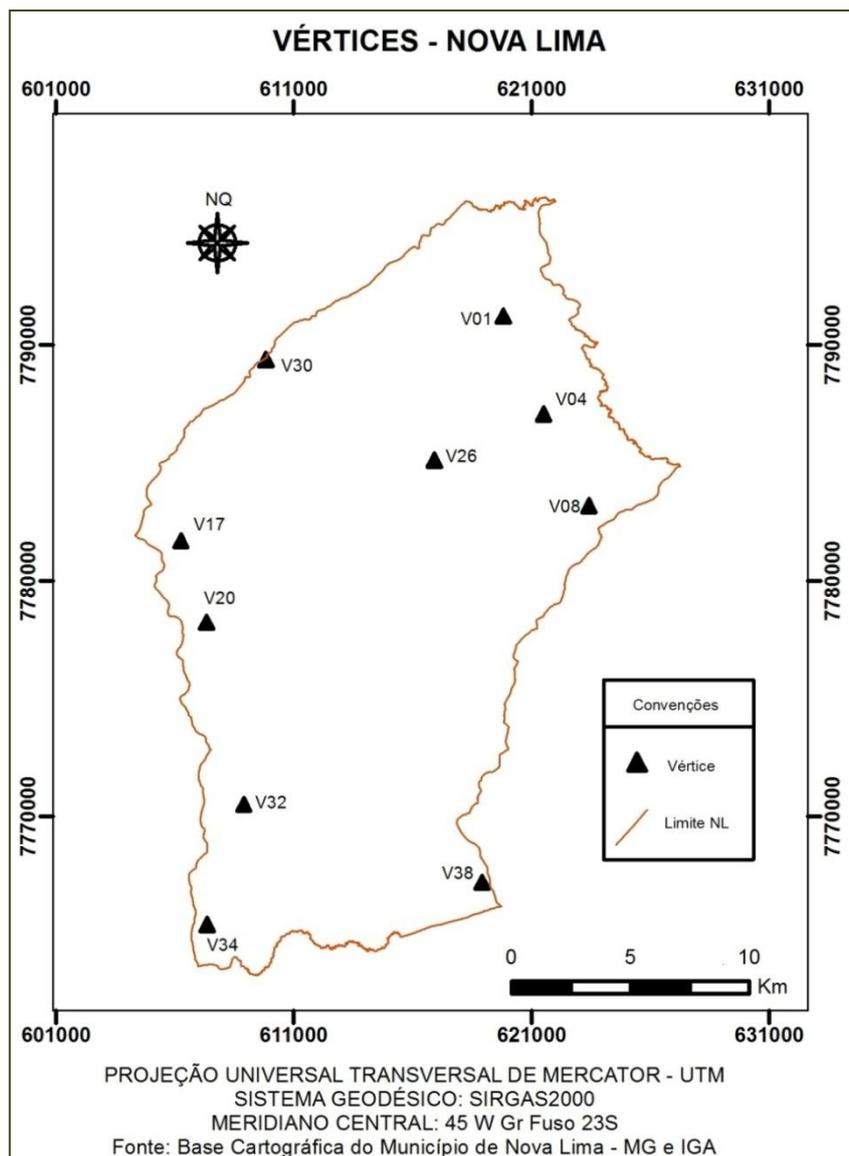


Figura 12. Vértices utilizados para verificação das coordenadas.

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.

4.2 Levantamento, Compatibilização e Avaliação dos Produtos Cartográficos

Nesta fase, foi organizada e estruturada a coleção de dados disponibilizados por instituições, tais como IGA, IBGE, prefeituras de Nova Lima e BH. Esta coleção serviu para a elaboração de mapas que abordam aspectos físicos das divisas municipais.

Projetou-se na base cartográfica do município de Nova Lima, o limite entre Nova Lima e Belo Horizonte, utilizando como fonte o arquivo vetorial "limite",

digitalizado da carta do IBGE de 1979, confeccionada por aerofotogrametria, possuindo escala de 1/50.000. Todavia, de acordo com o Padrão de Exatidão Cartográfica - PEC, nesta escala a precisão é de 25 metros para Classe A.

Conforme o relatório técnico elaborado pelo IGA em 1982, na implantação do loteamento Vila da Serra, a Construtora Mendes Jr. solicitou informações adicionais quanto ao limite, que havia sido descaracterizado por ações de mineradoras e não retratava a realidade do relevo à época da lei vigente. Àquela época, O IGA, analisando fotografias aéreas de 1949 e 1967, definiu o limite, que foi lançado na base cartográfica elaborada em 1969 e compilado para a planta "Projeto Urbanístico Básico Vila da Serra" conforme ilustra a Figura 13. Finalizados os trabalhos, foram cravados dez marcos neste trecho de limite (Anexo V).

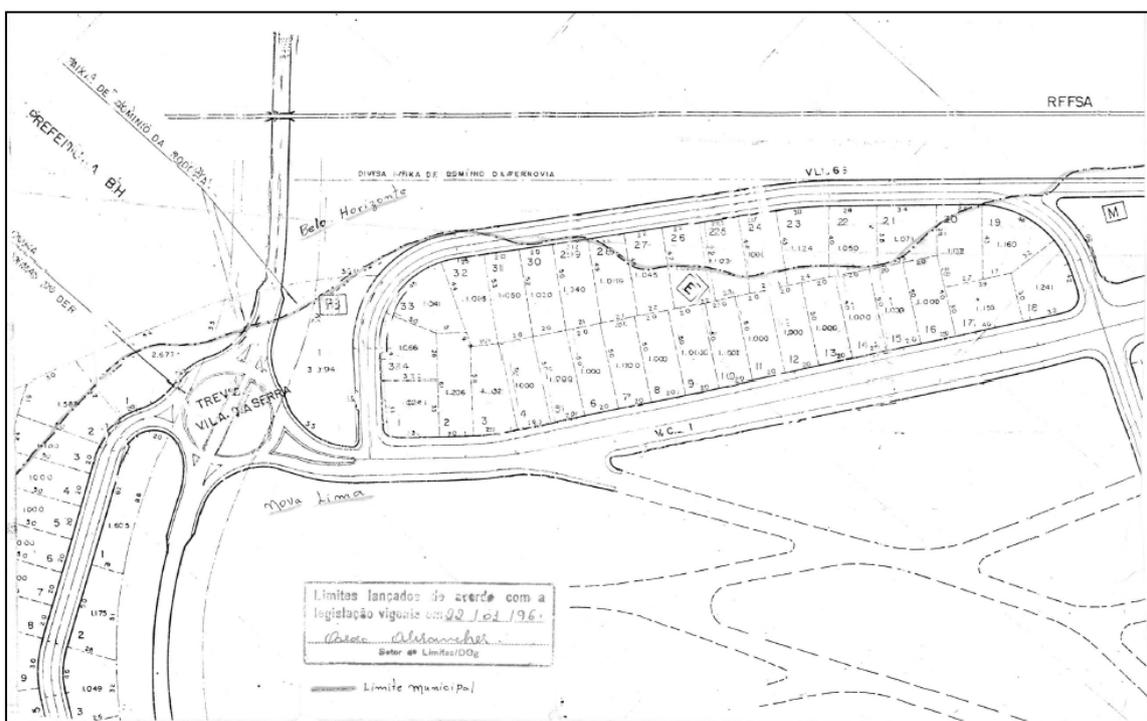


Figura 13 - Limite Nova Lima - Belo Horizonte definido pelo IGA no loteamento Vila Da Serra em 1982. Fonte: PMNL, 2014

Em 2008 o IGA elaborou uma nova proposta de Remodelação dos Limites Municipais da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Apesar da proposta não ter sido efetivada, gerou-se neste trabalho a linha divisória na base cartográfica do município de Nova Lima de acordo com a minuta do texto apresentado no projeto, com o objetivo de discutir a proposta e identificar inconsistências e/ou equívocos.

Em 2012, o IGA digitalizou as bases certificadas em 1982 e disponibilizou o contorno relativo à divisão entre os municípios de Belo Horizonte e Nova Lima entre a

área do respectivo estudo. Segundo o IGA, o mapa utilizado para definir o limite foi a planta cadastral planialtimétrica, na escala de 1/2.000 (Datum horizontal: Córrego Alegre - MG, Datum Vertical: Imbituba - SC), obtida a partir de levantamento aerofotogramétrico executado pela empresa Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A., em 1967, e data de publicação em 1969. O IGA realizou a transformação para SIRGAS2000 utilizando o *software* Progrid. Após esta transformação, o respectivo órgão implantou 8 marcos no local utilizando as técnicas de geodésia espacial.

Através das técnicas de sensoriamento remoto realizou-se um novo registro das cartas digitalizadas de Belo Horizonte elaboradas pela Cruzeiro do Sul S.A. em 1967 (Anexos VI, VII, VIII, IX e X). Posteriormente obteve-se a transformação da carta do Datum Córrego Alegre para o sistema geodésico SIRGAS2000 a fim de validar a divisa fornecida pelo IGA.

A divisa fornecida pelo IGA foi compatibilizada na base cartográfica do município de Nova Lima, para identificação das áreas de conflito e posterior verificação dos elementos físicos existentes, tais como: eixo de rua, fundos de lotes e quadras.

4.3 Levantamento Econômico e Estudos das Legislações

Nesta fase, ocorreu uma pesquisa e análise sobre a redação das leis de criação dos municípios, no sentido de discutir e interpretar os pontos divisórios, para assim representar nos mapas.

Realizou-se a verificação dos parâmetros urbanísticos estabelecidos pelos Planos Diretores de cada município, com intuito de identificar as inconsistências urbanísticas existentes na região de estudo.

Examinou-se a questão econômica abrangida na região de estudo, a fim de levantar possíveis perdas econômicas advindas de modificação de limites sem estudos técnicos. Serão observados dados relativos à arrecadação (IPTU, ITBI, ISS, ICMC), além de informações sobre o Fundo de Participação dos Municípios e os ônus referentes aos serviços públicos realizados na região.

4.4 Elaboração da Metodologia para Redelimitação das Divisas Municipais

Através dos dados cartográficos, legislações, economia e configuração geográfica, será proposta uma metodologia para geração de divisas municipais georreferenciadas, utilizando elementos naturais ou elementos artificiais facilmente

reconhecíveis, com o propósito de solucionar os problemas relativos às competências administrativa, tributária, jurisdicional e registral. Sugerir revisão das leis, com base nos novos sistemas e conceitos de mensuração e mapeamento. Por fim, apresentar um roteiro para regularização das áreas limítrofes.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados alcançados pela aplicação da metodologia conforme objetivos estabelecidos.

5.1 Comparativo entre os sistemas geodésicos

A Tabela 7 representa as coordenadas planas no sistema UTM dos vértices levantados em campo dentro do perímetro do município.

Tabela 7 - Coordenadas UTM, Fuso 23, Sul, dos vértices levantados em Sirgas2000.

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

A Tabela 8 apresenta um comparativo entre as duas realizações do sistema Córrego Alegre.

Tabela 8 - Diferença de coordenadas entre as duas realizações do sistema Córrego Alegre.

Sistema/	Córrego Alegre 1961		Córrego Alegre (1970+1972)		Diferença (m)
Descrição	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	61 e 70/72
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
Média					2,65

Utilizando o mesmo software, foi realizada a transformação de SIRGAS2000 para as três diferentes realizações do sistema SAD69, como representa a Tabela 9.

Tabela 9 - Diferença entre as diversas realizações do SAD69.

	SAD69 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
Média							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 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 (0,2mm), pode-se definir 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 se comparou o SAD69 com o Córrego Alegre identificou-se uma diferença média de 41,50 metros. Este 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.

5.2 Mapas das Divisas

Através da carta do IBGE de 1979, escala 1:50.000, foi gerado o mapa com a representação da divisa da área de estudo e realizou-se um *buffer* para representar a faixa de 25 m em torno dela correspondente à indeterminação das divisas devida ao PEC, conforme representado pela Figura 14.

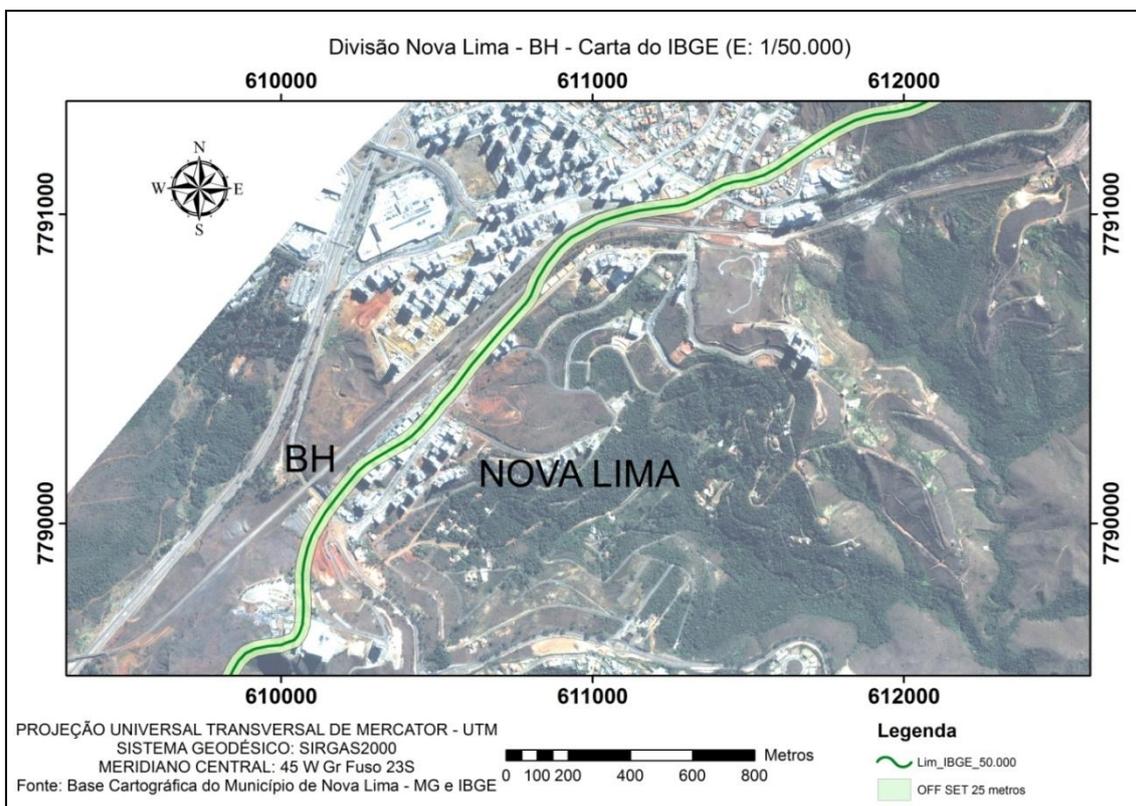


Figura 14 - Limite extraído da carta do IBGE com buffer de 25 metros.

Pode-se verificar que a determinação dos limites para fins cadastrais por meio da carta do IBGE é inadequada, devido à baixa precisão da carta, sendo necessários produtos cartográficos em escalas maiores. Deste modo, para as áreas urbanas, os limites advindos das cartas do IBGE não devem ser utilizados em nenhuma hipótese, pois apresentam escalas incompatíveis com o nível de detalhamento da representação urbana.

O IBGE define os setores censitários para fins de diversas análises, a Figura 15 representa a separação entre Nova Lima e BH para fins de censo demográfico.

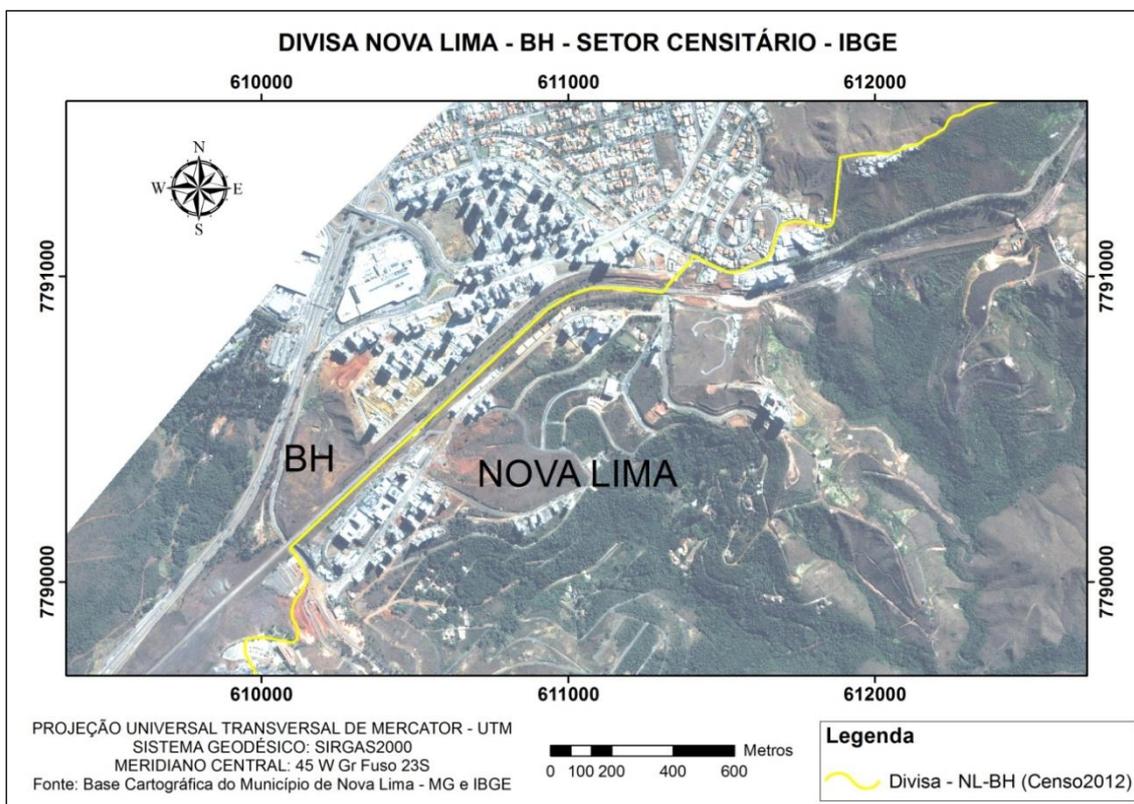


Figura 15 - Divisa NL-BH para fins de censo demográfico (Censo IBGE).

Em 2008 o IGA, através do Projeto: "Redelimitação da Região Metropolitana de Belo Horizonte", apresentou a seguinte sugestão técnica para descrição da divisa de Belo Horizonte e Nova Lima:

"Começa no entroncamento das serras da Moeda e José Vieira, no lugar denominado "Varginha", ponto fronteiro ao córrego Morro Velho; continua pela cumeada da serras de José Vieira, da Mutuca e do Cachimbo, atravessa a BR-040 e prossegue pelo espigão fronteiro, denominado serra do Rabelo, atravessando o pátio da Faculdade Milton Campos, e em seguida a MG-030, no ponto em que ela é transposta pelo pontilhão da estrada de ferro; segue pela estrada de ferro, até o ponto em que ela cruza a rua Diciola Horta; virando à esquerda segue por esta rua; até a rua Jornalista Djalma Andrade; por esta, à direita, depois pela rua Jorge Marini, à esquerda, até seu ponto culminante, no alto do Acaba-Mundo, junto às antenas de onde se defronta a "curva do Xuá", na BR-040); continua pela cumeada das serras do Curral e do Taquaril, até alcançar o ponto fronteiro à cabeceira do córrego da Olaria, junto ao marco "CT"."

A metodologia adotada no trabalho pela equipe técnica do IGA foi a de acompanhar toda a linha divisória dos Municípios que apresentam área com problemas de identificação, ou seja, seguindo por ruas em áreas conurbadas, e mantendo os acidentes geográficos em pontos que ainda não foram ocupados e que se encontram preservados. O estudo foi realizado envolvendo apenas questões geográficas, não tendo

desfecho devido diversas indagações político-administrativa. A Figura 16 ilustra o limite proposto em 2008.

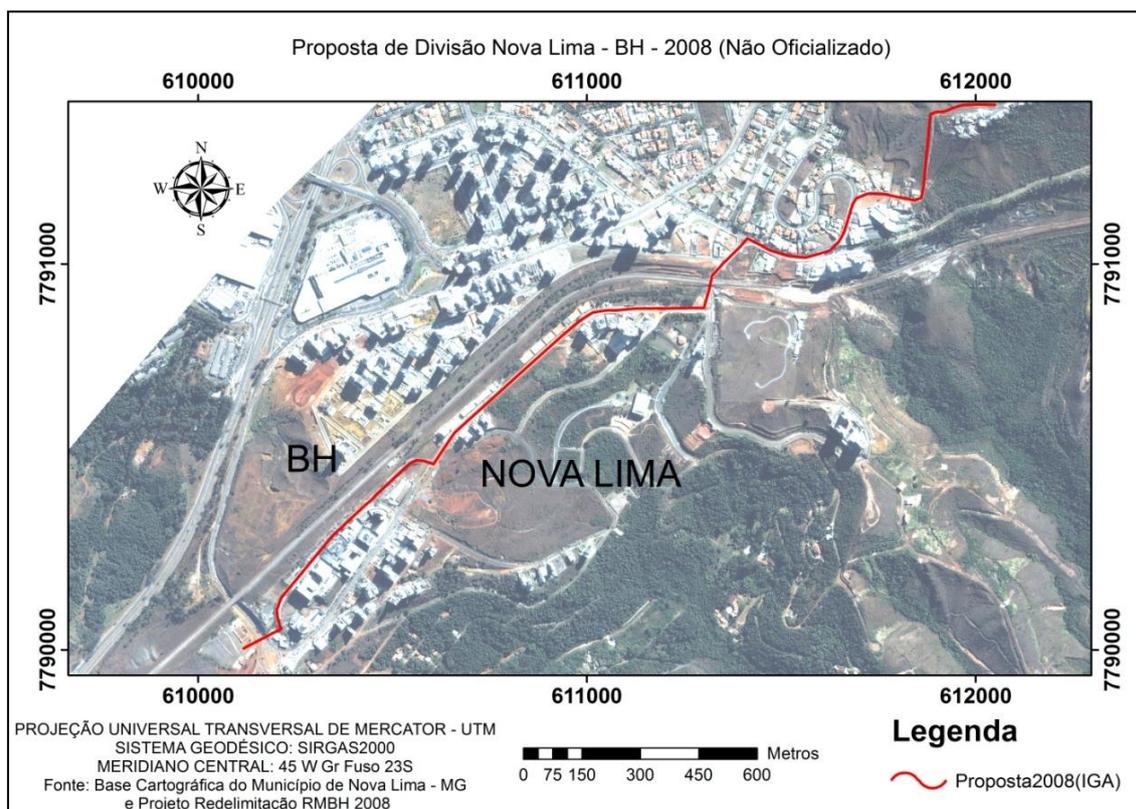


Figura16 - Limite proposto em 2008 pelo IGA.

A proposta ilustra a divisa no eixo da Alameda da Paisagem e no eixo da Alameda da Serra (atualmente Avenida Oscar Niemeyer). Pode-se verificar que grande parte dos lotes na parte norte da Alameda da Serra seriam transferidos para a jurisdição de Belo Horizonte, sendo que há na região proposta uma Área Institucional e uma Área Verde, ambas as áreas públicas do município de Nova Lima. Se a situação tivesse sido efetivada, a remodelação traria diversos ônus ao município de Nova Lima, perdendo áreas de equipamentos públicos em local estratégico na região.

A Figura 17 representa a divisa definida pelos estudos do IGA em 2012 lançada na base cartográfica do município, onde verifica-se que a divisa adentra uma das quadras do Bairro Vila da Serra e do Bairro Belvedere. A divisa foi retirada das cartas da Cruzeiro do Sul S.A., realizadas por levantamentos aerofotogramétricos em agosto de 1967 e publicados em 1969 pela Prefeitura de Belo Horizonte. As cartas foram confeccionadas no Datum Córrego Alegre e estas convertidas para o Sirgas2000. Realizou-se no trabalho a conferência da transformação destes sistemas geodésicos, obtendo valores similares aos disponibilizados pelo IGA.

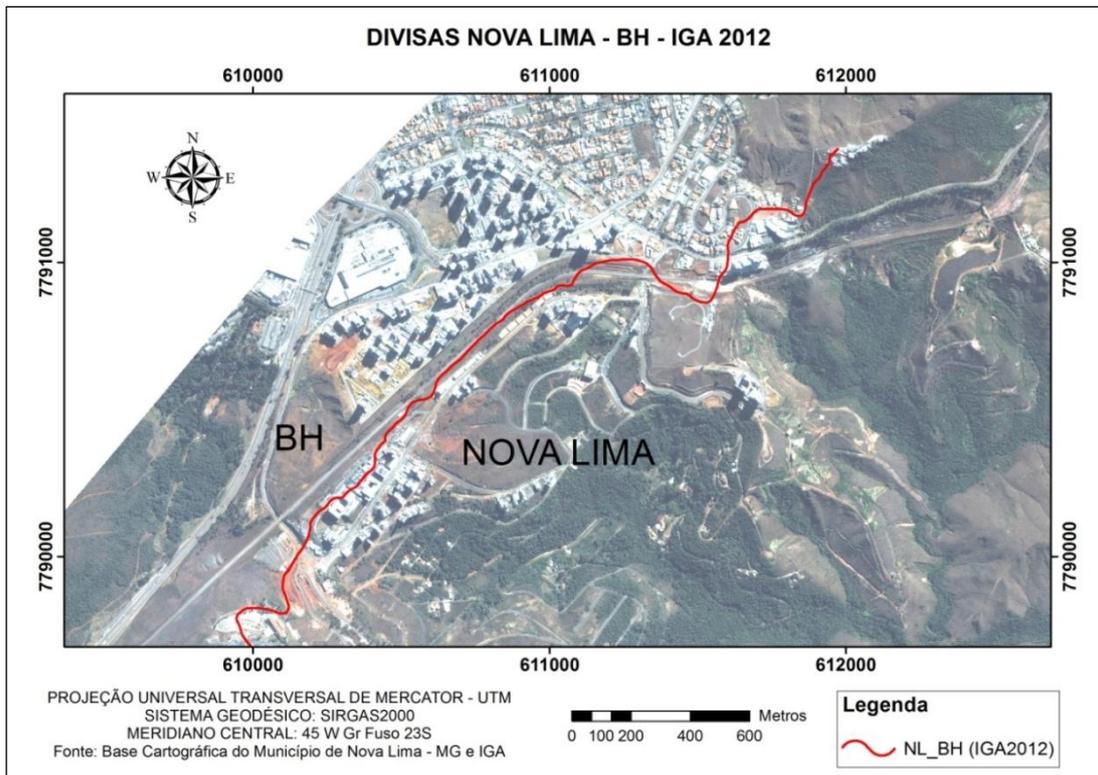


Figura 17 - Divisa NL-BH definida pelo IGA em 2012.

Um maior detalhamento destas divisas pode ser observado nas Figuras 18 e 19. De acordo com o IGA, estas divisas foram estudadas e definidas a partir de uma carta de escala 1/2.000, portanto possui uma precisão em torno de 2 metros de acordo com o PEC (Decreto 89.817/84).

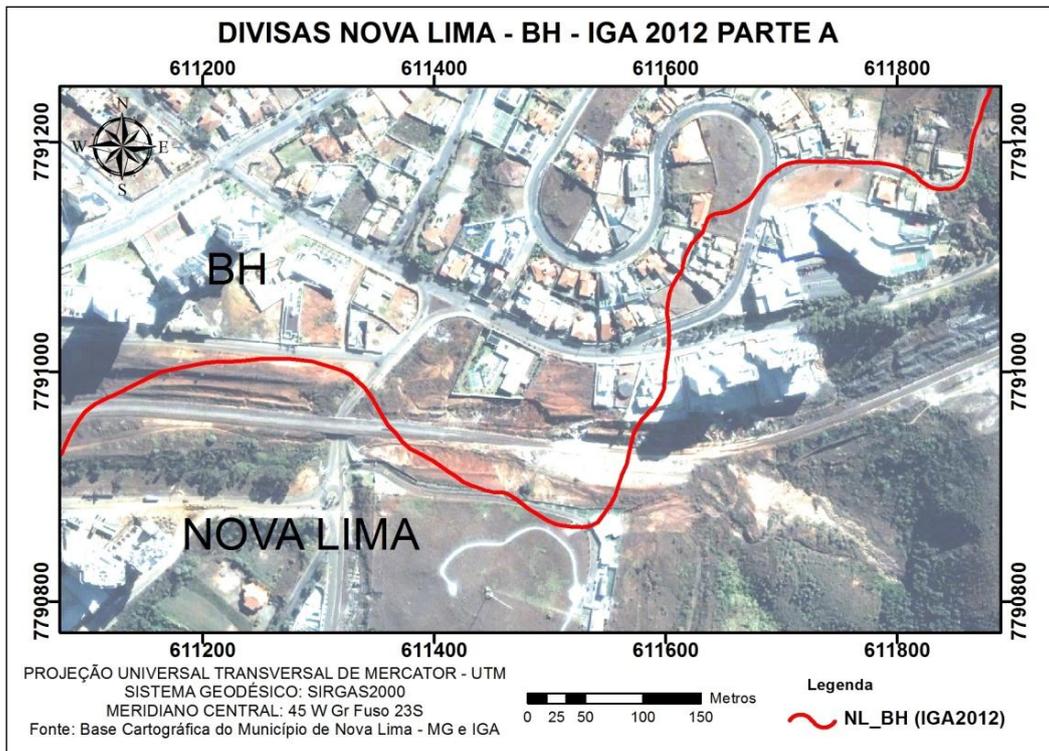


Figura 18 - Detalhe da Divisa BH-NL - Belvedere.

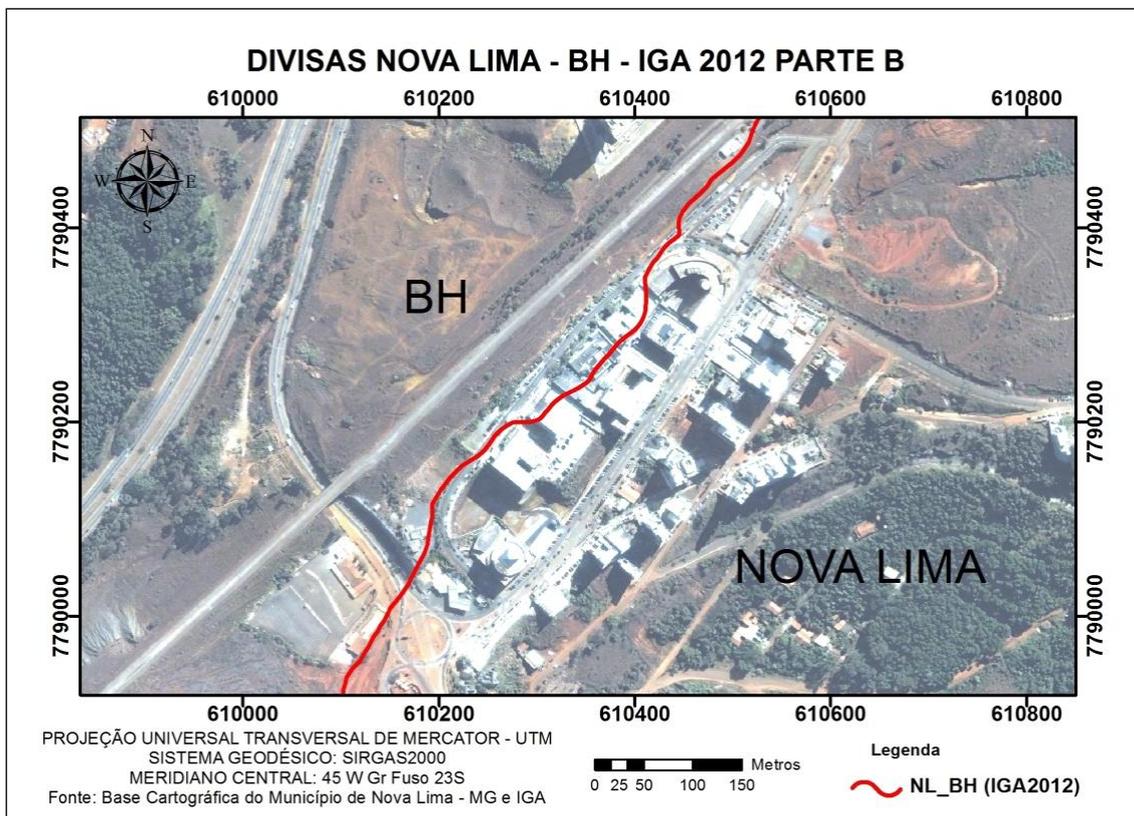


Figura 19 - Detalhe da Divisa BH-NL - Vila da Serra.

Através da sobreposição do limite na planta de aprovação dos bairros, verificou-se que os lotes 12, 13 e 14 da quadra 54 do loteamento Belvedere, aprovado no município de Belo Horizonte em 1980, pertencem na realidade ao município de Nova Lima. O loteamento Vale do Sereno foi aprovado em 1982 em Nova Lima, possuindo parte dos lotes 21 a 28 da quadra E e dos lotes 1 a 4 da quadra D inseridos no município de Belo Horizonte.

Casos similares a estes apresentados são comuns em todo perímetro de Nova Lima, tais como são verificados, por exemplo, no loteamento Riviera, divisa com Belo Horizonte, loteamento Serra dos Manacás com Brumadinho e Água Limpa com Itabirito.

5.3 Parâmetros Urbanísticos

Em relação aos parâmetros urbanísticos da região em análise, o loteamento Belvedere, em sua porção em Nova Lima, está inserida na zona ZOCS3, conforme Lei Municipal 2007/2007 (Plano Diretor), podendo ter usos multifamiliares e comerciais, logo, tendo edificações com mais de 6 pavimentos. Na porção de Belo Horizonte, o zoneamento estabelecido é o ZP-2, onde devem ser mantidos baixos índices de densidade demográfica. Portanto, isto pode gerar um grave problema urbanístico, já que

o loteamento Belvedere foi planejado para residências e não suportaria prédios, além de causar uma desconformidade com relação às proximidades e a todo planejamento realizado para aprovação do loteamento.

Com relação à parte dos lotes do Vila da Serra, também estão inseridos em ZOCS3 pelo município de Nova Lima e ZP-1 em Belo Horizonte, que é definida da seguinte maneira: "regiões predominantemente desocupadas, de proteção ambiental e preservação do patrimônio histórico, cultural, arqueológico ou paisagístico ou em que haja risco geológico, nas quais a ocupação é permitida mediante condições especiais".

5.4 Parâmetros Econômicos

Com base em dados econômicos advindo de pesquisas relacionadas à arrecadação de Imposto Sobre Serviço de Qualquer Natureza (ISS) no município de Nova Lima elaborou-se a Tabela 10, que contém os valores recebidos no ano de 2013 dos lotes com dúvidas de pertencimento dos municípios.

Tabela 10 - ISS dos lotes na parte de Nova Lima.

Quadra	Lotes	Número de Estabelecimentos Comerciais	Endereço	Ano 2013
D	1 a 4	18	Rua Min. Orozimbo Nonato, 102	R\$ 190.276,21
E	26 a 30	18	Rua da Paisagem, 220	R\$ 2.663.956,75
E	21 a 25	59	Rua da Paisagem, 240	R\$ 1.087.585,92
			Total	R\$ 3.941.818,88

Com relação aos lançamentos de ITBI, o município arrecadou no de ano de 2013 na região objeto do estudo o equivalente a R\$ 1.647.112,79, relativo às transferências de propriedades.

Os dados da arrecadação sobre IPTU, taxas de coletas de lixo, limpeza pública e iluminação pública no ano de 2013 estão descritas na Tabela 11.

Tabela 11 - IPTU dos lotes na parte de Nova Lima.

Quadra	Lotes	Endereço	Ano 2013
D	1 a 4	Rua Min. Orozimbo Nonato, 102	R\$ 136.830,30
E	26 a 30	Rua da Paisagem, 220	R\$ 135.503,00
E	21 a 25	Rua da Paisagem, 240	R\$ 99.647,72
		Total	R\$ 371.981,02

Com relação à previsão de arrecadação relativa ao IPTU do exercício 2014, o município projeta uma arrecadação em torno de R\$ 401.261,43 para os lotes em questão.

Pode-se verificar que a arrecadação anual (2013) corresponde a quase 6 milhões de reais com ISS, IPTU e ITBI. Ainda vale ressaltar que o município também arca com despesas com esses imóveis, principalmente na manutenção dos serviços públicos e fiscalização, as quais não puderam ser mensuradas na pesquisa.

5.5 Metodologia para Redelimitação das Divisas Municipais

Considerando que o estudo visa propor possibilidades de adaptações e alterações de limites com relação aos elementos físicos existentes, como solução de limites em loteamentos compreendidos em mais de um município, propondo compensações entre municípios, bem como acordos para alterações conforme as novas configurações urbanas. Verificou que as questões econômicas devem ser envolvidas no processo, com objetivo de minimizar perdas econômicas irreparáveis para os municípios. Após estes estudos propõe-se a seguinte metodologia para a Remodelação das divisas municipais:

1. Os municípios nomeiam técnicos (formação multidisciplinar, tais como cartógrafos, economistas, sociólogos) e juntamente com técnicos do IGA/IGTEC constituem uma comissão de negociação de limites;
2. O IGTEC elabora a certidão de pertencimentos das áreas que estão em partes nos dois municípios.
3. Realiza-se o levantamento dos dados socioeconômicos, culturais e urbanísticos dessas áreas;
4. Realizam-se audiências públicas em ambos os municípios;
5. Os municípios realizam a negociação participativa da sociedade e dos técnicos das áreas envolvidas;
6. A proposta é apresentada ao poder legislativo de cada município;
7. O IGTEC realiza o georreferenciamento da Proposta de Remodelação das Divisas, gerando memorial descritivo do novo Limite;
8. O projeto é encaminhado à Assembleia Legislativa para homologação e publicação no Diário Oficial;

Após a homologação da alteração das divisas municipais verifica-se o seguinte processo para regularização das áreas alteradas de jurisdição municipal:

- a. O proprietário adquire junto ao IGTEC a certidão comprovando o pertencimento do imóvel ao município, Certidão de Jurisdição do segundo

município envolvido dizendo que o imóvel não está inserido neste e as Certidões de Registro da Matrícula, de ônus, de débitos municipais e de inteiro teor do imóvel.

- b. De posse desses documentos, o proprietário anexa a Planta de Situação/Localização do imóvel, projetos aprovados e Baixa e Habite-se e encaminha ao novo município para análise e emissão da Certidão de Origem e sua adequação às normas daquele município quanto aos parâmetros urbanísticos;
- c. O processo é encaminhado para cadastro municipal, gerando inscrição municipal;
- d. De posse da Certidão do IGTEC, da Certidão da Matrícula do Cartório a ser cancelada, e da Certidão de Origem do novo município, o proprietário vai ao Cartório de Registro de Imóveis para abrir uma nova matrícula do imóvel;
- e. O Cartório de Registro de Imóveis abre a matrícula do imóvel e oficia o Cartório de Registro do outro município a respeito da abertura da matrícula para cancelamento da primeira;

Para os novos parcelamentos nas proximidades das divisas municipais recomenda-se que o empreendedor solicite ao IGTEC a demarcação da divisa antes da elaboração do projeto urbanístico. Este requerimento deve ser realizado no momento da solicitação das diretrizes municipais e metropolitanas pelo empreendedor para que haja um planejamento para a elaboração do projeto, com o objetivo de evitar lotes pertencentes a mais de um município.

Recomenda-se a criação de uma avenida na divisa municipal com canteiro central. Se for verificado que tecnicamente é inviável a criação da avenida, sugere-se a criação de uma área verde na linha limítrofe, esta levando em consideração o *buffer* mínimo da precisão cartográfica da divisa demarcada pelo IGTEC.

5.6 Memorial Descritivo

Entende-se que os limites necessitam ser georreferenciados e as leis atualizadas e referenciadas no sistema geodésico brasileiro. Sugere-se que os órgãos responsáveis pela demarcação das divisas em cada estado elaborem uma norma conjunta para a definição da precisão e das técnicas a serem adotadas para cada tipo de delimitação. Como exemplo, podemos relatar a Norma de Georreferenciamento de Imóveis Rurais -

3ª Edição do Instituto Nacional de Reforma Agrária (INCRA), na qual utiliza os seguintes parâmetros:

- Limites artificiais (cercas, muros, eixos de vias) devem possuir precisão de 0,50 metros (qualidade cadastral);
- Limites naturais (rios, linhas de cumeada, grotas) com precisão de 3 metros;
- Limites inacessíveis com precisão acerca de 7,5 metros.

Através dos parâmetros definidos, os órgãos realizariam o georreferenciamento dos limites municipais e gerariam um padrão a nível nacional para essas delimitações. O normativo iria descrever as técnicas que poderiam ser utilizadas para cada tipo de situação, seja em limites artificiais, naturais e inacessíveis. As técnicas seriam advindas do sistema GNSS (método relativo estático, cinemático ou RTK), Topografia convencional (poligonação, triangulação ou irradiação), Aerofotogrametria (VANT's), Laser Scanner e Sensores Orbitais. Portanto os limites inacessíveis poderiam ser georreferenciados através das técnicas de sensoriamento remoto.

Com relação a superfície de projeção, identifica-se que o sistema UTM possui algumas limitações, pois possui amplitude de 6° em longitude e deformações provenientes da própria projeção. Portanto, nos casos de municípios inseridos em mais de um fuso, deve ser estudado um sistema para evitar o prolongamento de fusos, pois diversos autores não recomendam esta técnica, aumentando-se as distorções.

Opina-se pela utilização do sistema de coordenadas geográficas, ou seja, memorial representado através de latitude e longitude. Para o cálculo de áreas pode-se realizar com base nas coordenadas cartesianas locais referenciadas ao Sistema Geodésico Local - SGL. Desta forma, os resultados obtidos expressam melhor a realidade física, quando comparados aos valores referenciados ao Sistema UTM, conforme já é utilizado pelo INCRA (2013).

6 CONSIDERAÇÕES

A Cartografia representa uma ferramenta básica importante, pois, como representação gráfica da realidade espacial, fornece subsídios técnicos imprescindíveis ao planejamento em todas as suas instâncias, permitindo a localização de um número considerável de informações. Sua importância é reconhecida pela Organização das Nações Unidas (ONU) que destaca a Cartografia não apenas como uma das ferramentas

básicas do desenvolvimento econômico, mas sim a primeira ferramenta a ser usada antes que outras possam ser postas em trabalho.

As linhas divisórias prescritas para os municípios da RMBH foram estabelecidas pela última vez, em grande parte, entre as décadas de 40 e 50, ao tempo em que as áreas limítrofes não eram ocupadas. Como reflexo desse fato, seus textos descritivos fazem menção a acidentes geográficos que o tempo e a ocupação humana se encarregaram de destruir e descaracterizar, especialmente nas regiões submetidas a obras de terraplanagem, capeamento de córregos e construção de grandes obras de engenharia. Tal processo desencadeou, tanto para as municipalidades como para os moradores, dúvidas e conflitos com respeito à pertinência administrativa de logradouros e propriedades, de conjuntos habitacionais ou até mesmo de bairros inteiros.

A partir dos resultados e discussões apresentadas no trabalho pode-se concluir que recuperação de informações espaciais é afetada por muitos fatores como: a precisão do produto cartográfico, a falta de referência sobre a realização do Sistema Geodésico Brasileiro a que os dados estão vinculados, a escala, o grau de generalização das informações e as distorções próprias da projeção cartográfica 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.

O processo ineficaz de divulgação das normativas e a inacessibilidade da comunidade às informações restringem a compreensão e a participação democrática. Este processo pode ainda desencadear a desvalorização de um bem particular (uma casa sendo “contornada” por prédios, por exemplo) ou a desvalorização do bem público (uma paisagem sendo sobreposta por edificações que desconfiguram seu cenário). Sendo assim, a dificuldade de acordos em tais divisas municipais, tratando da adequação e compatibilidade de parâmetros urbanísticos gera transtornos como esses para a população.

Em relação à metodologia e sua aplicação, considera-se que foi adequada na medida em que o Geoprocessamento serviu como ferramenta de suporte para a investigação das duas escalas de abordagem, sendo fundamental meio de expressão para visualizar a sobreposição das transformações ocorridas em camadas distintas, temporais e espaciais das áreas. Seja na utilização do georreferenciamento, fundamental para a

compatibilização dos levantamentos históricos, com os quais foi possível fazer prospecções das paisagens do passado e recompor partes do ambiente urbano. Seja, conforme mencionado, na aplicação de modelos de análise espacial, entre os quais se destacam a Análise Multicritérios e a representação dos resultados.

O momento atual é caracterizado por uma nova fase no planejamento e gestão urbana, quando a falta de informações, comum em épocas passadas, está sendo substituída pelo excesso de dados. Apesar disso, convém destacar que dado não é informação: o dado só se torna informação a partir do momento em que é estruturado, sistematizado e colocado à disposição para a interpretação dos usuários. O geoprocessamento é uma importante ferramenta, uma vez que promove o manuseio de informações de modo sistêmico e possui expressivo potencial de comunicação.

Dentre os diversos problemas decorrentes da identificação destes limites, podem ser citados os casos de bitributação municipal, de dificuldade na promoção de melhoramentos e prestação de serviços públicos, de localização errônea de escolas municipais, urnas e seções eleitorais. Entende-se que estas questões necessitam de uma solução urgente e adequada. É preciso que os legisladores proponham e aprovelem instrumentos legais dando suporte as equipes técnicas dos municípios e do IGTEC para que possam desenvolver trabalhos referentes à adequação da legislação estadual de limites à realidade urbana e topográfica dessas áreas periféricas, permitindo-lhes realocar as linhas divisórias em direção aos acidentes visíveis e identificáveis, como eixo de ruas, rodovias, ferrovias, fundo de lotes, entre outros, para posterior ratificação por meio de acordos intermunicipais e a devida homologação pelo poder legislativo.

Conclui-se que para o bom desempenho na delimitação das novas divisas devem ser exigidos estudos elaborados por equipes multidisciplinares dos municípios e do IGA, envolvendo as questões culturais, os parâmetros urbanísticos e fatores econômicos, a fim de evitar prejuízos aos municípios ou objetivando minimizar perdas ocorridas por simples alterações geográficas. Verificou-se que o problema da redelimitação de divisas tornou-se uma questão que não representa apenas as alterações cartográficas, ou seja, não é simplesmente retirar uma divisa que passa no meio de um lote e realocá-lo para o eixo da rua ou para o fundo do lote, e sim, de um estudo bem mais elaborado.

A necessidade de mapeamento e definições cadastrais surge com o desenvolvimento das cidades. Assim, para o planejamento de questões importantes

envolvidas com o direito a propriedade, tais como a valorização da terra, a tributação, o registro e transferências de imóveis, o ordenamento do território, o desenvolvimento sustentável e a proteção ambiental, entre outros efeitos administrativos terrestres existe uma forte dependência de políticas voltadas para a qualidade da cartografia brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, J. C. **Caminhos antigos e povoamentos do Brasil**. 4. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1975.
- BORGES, A. F.; SILVA, M. P.; FARIA, S. D.; TIMBÓ ELMIRO, M. A. **Avaliação de técnicas de fusão aplicadas à imagem GeoEye**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013.
- BORGES, A. F.; CARVALHO, A. L. A.; EGG, G. C.; TIMBÓ ELMIRO, M. A. **Avaliação da Qualidade Cartográfica da Ortoimagem Geoeeye da região de Nova Lima, MG**. Anais VI Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto - Geonordeste. Aracaju - SE, 2012.
- BRANDÃO, A. C., **O Princípio da Vizinhança Geodésica no Levantamento Cadastral de Parcelas Territoriais**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Curso de Pós-Graduação, UFSC, Florianópolis, 2003.
- BRASIL. **Decreto nº 89.817 de 30 de março de 1983**. Normas para o controle de qualidade de documentos cartográficos. Brasília, Diário Oficial da União, 1984. Disponível em: <<http://www.concar.ibge.gov.br/detalheDocumentos.aspx?cod=8>>. Acesso em: 23/01/14.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal. Brasília, 2001.
- BRASIL. Estatuto da Cidade: Lei 10.257/2001 que estabelece diretrizes gerais da política urbana. Brasília, 2001.
- CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em janeiro de 2014.
- CENTENO, J. A. S.; MITISHITA, E. A. **LASER SCANNER AEROTRANSPORTADO NO ESTUDO DE ÁREAS URBANAS: A EXPERIÊNCIA DA UFPR**. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 04., 2007, Florianópolis, São Jose dos Campos: INPE, 2007, v. 1, p. 3645-3652.
- CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia. **Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais**. Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. 2.ed. Brasil. 10/06/2011.
- COSTA, M. F. **Uma Proposta para Compatibilização entre Referenciais Geodésicos**. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas). Departamento de Geomática, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1999.
- 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.
- DALMOLIN, Q.; LEAL, E. M. **Análise da qualidade posicional em bases cartográficas geradas em CAD**. In: GIS BRASIL 99 f, p.5. 1999. Salvador. **Anais...** Salvador, 1999.
- DALMOLIN, Q.; SANTOS, D. R. DOS. **Sistema Laser Scanning: Conceitos e Princípios de Funcionamento**. Curitiba: Editora da UFPR, 2003.

DONNELLY, G. J. **Fundamentals of Land Ownership, Land Boundaries, and Surveying.** - ICSM. 1985 Disponível em:

http://www.icsm.gov.au/cadastral/Fundamentals_of_Land_Ownership_Land_Boundaries_and_Surveying.pdf. Acesso em 20/09/2014.

FREITAS, S. R. C.; LAZZAROTTO, D. R. ; SLUTER, C. R. ; LUZ, R T . **Avaliação da Compatibilidade dos Sistemas Geodésicos de Referência no Brasil.** Boletim de Ciências Geodésicas **JCR**, Curitiba, v. 10, n.2, p. 225-239, 2004.

FURTADO, Celso. **Formação Econômica do Brasil.** 7 ed. São Paulo: Nacional, 1956.

FURTADO, Bernardo. **Minas Gerais. Evolução dos Limites Municipais - uma análise exploratória: 2003.** Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial. PUC Minas, BH, 2003.

GALO, M.; CAMARGO, P. DE O, 1994. **Utilização do GPS no controle de qualidade de cartas.** In- Anais do 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário - COBRAC, Vol. II, Florianópolis - SC, Brasil, p. 41-48.

GARCIA, R. C., **O Que É Preciso Saber Sobre Cadastro Técnico Multifinalitário.** Caixa Econômica Federal, Rio de Janeiro, RJ, 2007.

GEMAEL, C. **Introdução ao ajustamento de observações – Aplicações Geodésicas.** Curitiba: Editora UFPR, 1994. 319 p.

GEMAEL C. . **Introdução à Geodésia Física.** Curitiba: Editora da UFPR, 1999. 319p.

GOMES, Gláucia Carvalho. **A economia política do/no espaço e as (im) possibilidades do Urbano na metrópole contemporânea.** 2006. 380 f. Dissertação (Mestrado), Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006. Disponível em:<<http://goo.gl/7G3av>>. Acesso em: 23 jan. 2013.

GRIPP JUNIOR, J. **Estudo Sobre a Exatidão e Precisão de Bases Cartográficas.** Viçosa, MG, 2007, DEF / UFV, 27p.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Resolução PR nº 23.** Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos. Rio de Janeiro, 1983.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Resolução PR nº 22.** Parâmetros para Transformação de Sistemas Geodésicos. Rio de Janeiro, 1989.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Ajustamento da Rede Planimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro.** Rio de Janeiro, 1996.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistemas de Referência.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/ibge/geografia/geodésico/default.shtm>>.Rio de Janeiro, RJ, 2001.

IBGE, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de Dados.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm>. Acesso em janeiro de 2014.

IBGE, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2000 – Agregados por Setores Censitários dos Resultados do Universo.** 2ª Edição. Rio de Janeiro, 2003.

IGA, Instituto de Geociências Aplicadas. **Projeto Redelimitação da Região Metropolitana de Belo Horizonte.** Belo Horizonte, 2008.

IMESC - Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Relatório: Redefinição dos Limites e Divisas dos Municípios do Estado do Maranhão.** São Luís, MA, 2011.

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Manual Técnico de Posicionamento: Georreferenciamento de Imóveis Rurais**. Brasília, 2013.

JOFFILY, Bernardo. **Isto É Brasil, 500 anos – Atlas Histórico**. Grupo de Comunicação Três S/A, São Paulo: 1998, 314 p.

LEAL, E. M. **Análise da Qualidade Posicional em Bases Cartográficas Geradas em CAD**. Apostila , IGA-MG, Belo Horizonte, 2006, 61p.

LOCH, C., ERBA, D. A., **Cadastro Técnico Multifinalitário: Rural e Urbano**. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2007.

MATHER, P.M. **Computer processing of remotely-sensed images – an introduction**. Midsomer Norton, Wiley, 1999, 292p.

MERCHANT, D. C., **Spatial Accuracy Standards for Large Scale Line Maps**. In Proceedings of the Technical. Congress on Surveying and Mapping (1), 222-231, 1982, 1982.

MIRANDA, R.S.;SANTOS C. A.; ROCHA, J.F.; MACEDO M. R. A.; **Revisão dos limites municipais do estado do Pará com uso das geotecnologias**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013,.

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.

MONICO, J. F. G.; DAL POZ, A. P.; SANTOS, M. C.; OLIVEIRA, L. C. **Acurácia e Precisão: Revendo os conceitos de forma acurada**. Boletim de Ciências Geodésicas v. 15 no. 3, p. 469-483. Curitiba. 2009. Brasil.

NERO, M. A. **Propostas para o controle de qualidade de bases cartográficas com ênfase na componente posicional**. 2005, 181f. Tese (Doutorado) Programa de Pós Graduação em Engenharia de Transportes, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

OLIVEIRA, L.C. **Realizações do Sistema Geodésico Brasileiro Associadas ao SAD69: Uma Proposta Metodológica de Transformação**. 1998. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1998.

PBH. Prefeitura de Belo Horizonte. **História de Belo Horizonte**. Disponível em: http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=historia&tax=11826&lang=pt_BR&pg=5780&taxp=0&. Acesso em janeiro de 2014.

PEREIRA, T. A. J.; NERO, M. A. **Análise de Normas de Controle de Qualidade Posicional em Cartografia ao redor do mundo: exemplos atuais de alguns países**. IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 06- 09 de Maio de 2012.

PIRES, C. T. P. **Evolução do Processo de Ocupação Urbana do Município de Nova Lima: Um Enfoque Sobre a Estrutura Fundiária e a Produção de Loteamentos**. Dissertação de mestrado em Geografia - UFMG. Belo Horizonte, 2003.

PMNL. Prefeitura Municipal de Nova Lima - MG. História. Disponível em: <http://www.novalima.mg.gov.br/>. Acesso em janeiro de 2014.

PORTUGAL, J. G., **A Sociabilidade em Condomínios Fechados: o caso do Condomínio Residencial Recanto da Serra em Viçosa-MG**. Dissertação de mestrado em Economia Doméstica, Universidade Federal de Viçosa, UFV, 2009.

RAMOS, F. R. **Análise Espacial de Estruturas Intraurbanas: O Caso de São Paulo.** Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2002.

RODRIGUES, D. D. **Rede geodésica de precisão no estado de Minas Gerais: avaliação de diferentes estratégias de processamento e ajustamento.** Tese de doutorado. Universidade de São Paulo - USP, 2008.

SANTOS, Márcio. **Estradas Reais – Introdução ao Estudo dos Caminhos do Ouro e do Diamante no Brasil.** Belo Horizonte: Editora Estrada Real, 2001.

SEEBER, G., **Satellite Geodesy – Foundations, Methods and Applications –** Berlin, New York. 1993.

SOUZA, Laura Mello e, (org). **História da vida privada no Brasil.** São Paulo: Companhia das Letras, 1997. In: NOVAIS, Fernando A. Condições da privacidade na colônia. P. 18 e 19.

TORGE, W. **Geodesy.** Berlin, New York: Walter de Gruyter, 2001. 416 p.

VOSSelman, G. **Slope Based of Laser Altimetry Data.** *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing*, Amsterdam, 2000, v. 33 (B3), pp 935- 942.

ZANETTI, M.A.Z. **Implicações Atuais no Relacionamento entre Sistemas Terrestres de Origem Local e Geocêntrica.** Tese de doutorado, CPGCG, UFPR, 111pp. 2006.

ZYNGIER, C M. **Paisagens possíveis: geoprocessamento na análise da ação de agentes modeladores das paisagens urbanas dos Bairros Santa Lúcia e Vale do Sereno.** Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil. Disponível: <<http://hdl.handle.net/1843/BUOS-8YQNNJ>>. [Acessado 23 de janeiro de 2013].

ANEXOS

ANEXO I - Aerofotos AST10_1964 Escala 1/60.000



ANEXO III - Modelo de Certidão de Pertencimento



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS

DOC.DPD.OF.SL/034/2013

CERTIDÃO

Certificamos, atendendo a solicitação da **Sra. Juliana Abreu Dias Horta**, que de acordo com pesquisa realizada pelos Engenheiros Agrimensores **Leonardo Santos Costa** CREA_MG 28.514/D e **Carlos Luciano dos Santos** do Setor de Limites do corpo técnico do IGA, que o imóvel localizado na Rua Jornalista Djalma Andrade, nº 1255 no Bairro Piemonte, encontra-se em sua totalidade no município de Nova Lima, de acordo com a Lei 336, de 27/12/1948 que define os limites entre o município de Belo Horizonte e Nova Lima com a seguinte descrição: *"Começa no entroncamento da serra da Moeda com a do Carral, no ponto denominado Virgínia, no marco 17; prossegue pela cumada da serra do Carral, passando pelos trechos denominados José Vieira, Mutuca, Água Quente, Rabelo, Ponta, Serra, Pico e Taquaril, até o marco "C.T".* Conforme mostra no Levantamento Topográfico do imóvel de responsabilidade técnica do Sr. Walmir Nazareth CREA 20578/TD, executado em 07/12/2012 - escala 1:200, parte integrante desta certidão. Por ser a expressão da verdade, eu, **Aliane Maria Motta Baeta**, Diretora de Pesquisa e Desenvolvimento do Instituto de Geociências Aplicadas, assino o presente, em Belo Horizonte, aos 26 dias do mês de março 2013.



Aliane Maria Motta Baeta
Diretora de Pesquisa e Desenvolvimento



ANEXO IV - Exemplo de certidão de pertencimento do IGTEC - Imóvel 61% NL e 39%BH



ANEXO V - Marcos cravados pelo IGA em 1982

8/a/82

 GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS

Belo Horizonte, 08 de junho de 1982.

CI.DGg/GAB/130/82

DE: OSWALDO BUENO AMORIM FILHO - DIRETORIA DE GEOGRAFIA
PARA: DR. ARNALDO DE FREITAS CALDEIRA - DIRETORIA GERAL

Assunto: Atendimento a solicitação da Companhia Mendes Júnior

Concluindo o atendimento a solicitação da COMPANHIA MENDES JÚNIOR, foram cravados os marcos divisórios entre Belo Horizonte e Nova Lima, à altura do Morro do Rabelo.

É a seguinte a descrição da localização dos marcos em coordenadas UTM:

MARCOS DIVISÓRIOS (Coordenadas UTM) ENTRE BELO HORIZONTE E NOVA LIMA CRAVADOS ENTRE A RODOVIA BELO HORIZONTE—NOVA LIMA E O TOPO DO MORRO DENOMINADO "RABELINHO"

✓ Marco nº 30: N-7 790 011,67
E- 610 174,96

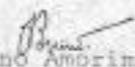
Obs.: Este marco está cravado à margem da estrada, junto ao trevo do bairro Vila da Serra.

✓ Marco nº 31: N-7 789 945,22 E-610 132,05
✓ Marco nº 32: N-7 789 903,79 E-610 125,59
✓ Marco nº 33: N-7 789 837,49 E-610 146,75
✓ Marco nº 34: N-7 789 820,03 E-610 141,64
✓ Marco nº 35: N-7 789 813,98 E-610 116,51
✓ Marco nº 36: N-7 789 816,46 E-609 989,27
✓ Marco nº 37: N-7 789 781,57 E-609 975,86
✓ Marco nº 38: N-7 789 655,19 E-610 022,51
✓ Marco nº 39: N-7 789 618,97 E-609 978,74

Obs.: Este marco está cravado no alto do morro denominado Rabelinho, junto à quina da cerca dos terrenos da Mendes Júnior.

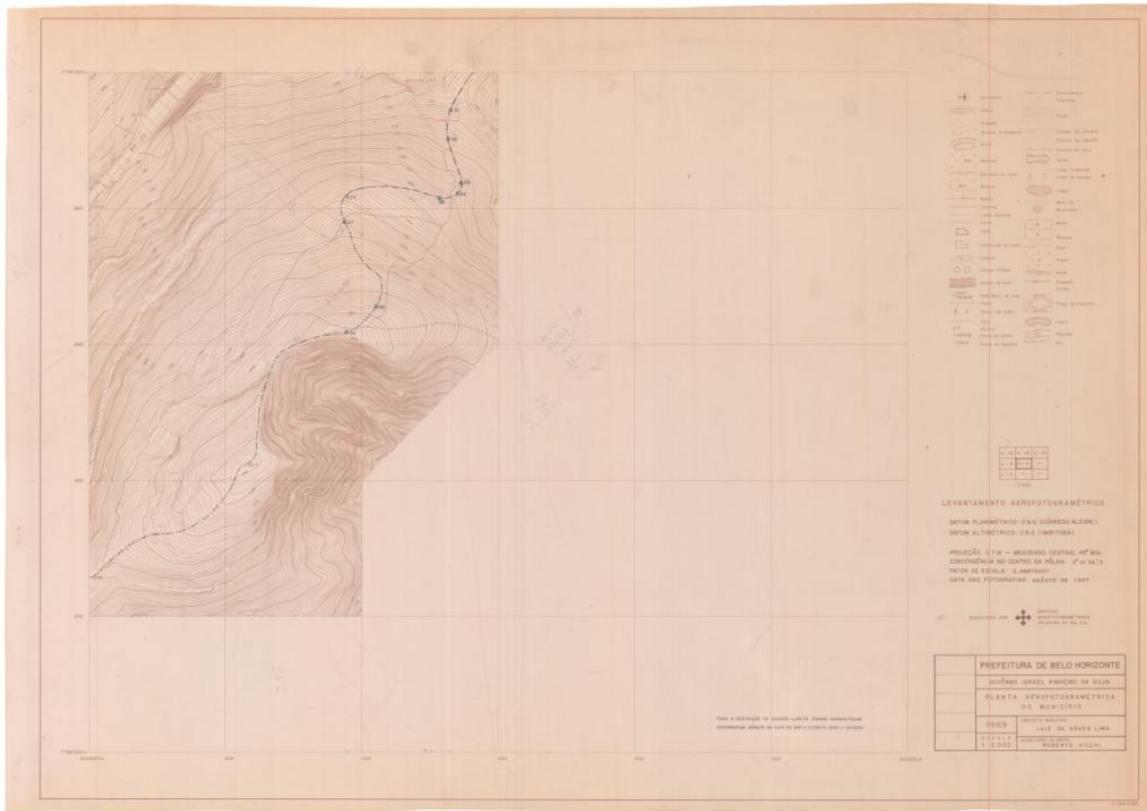
Para a definição destas coordenadas foi utilizado o datum Córrego Alegre, MG.

Atenciosamente,

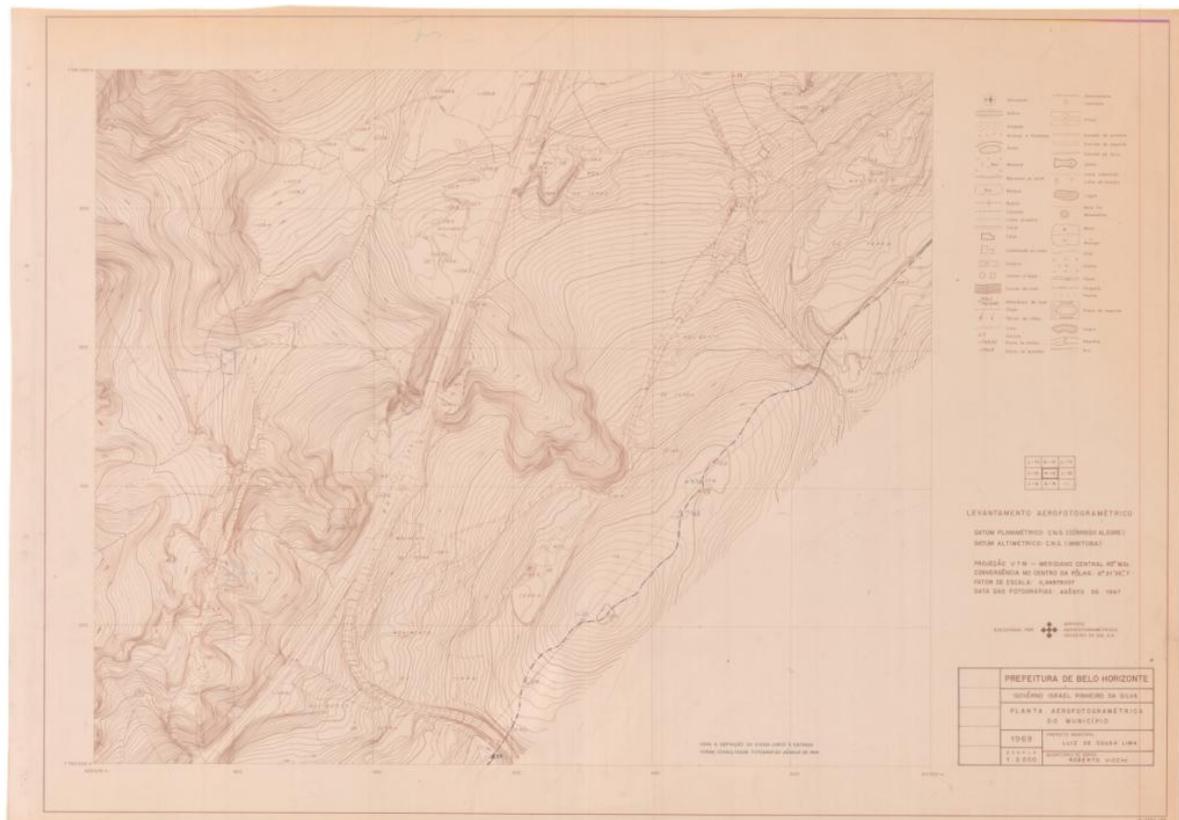

Oswaldo Bueno Amorim Filho,
DIRETOR DE GEOGRAFIA

10/82

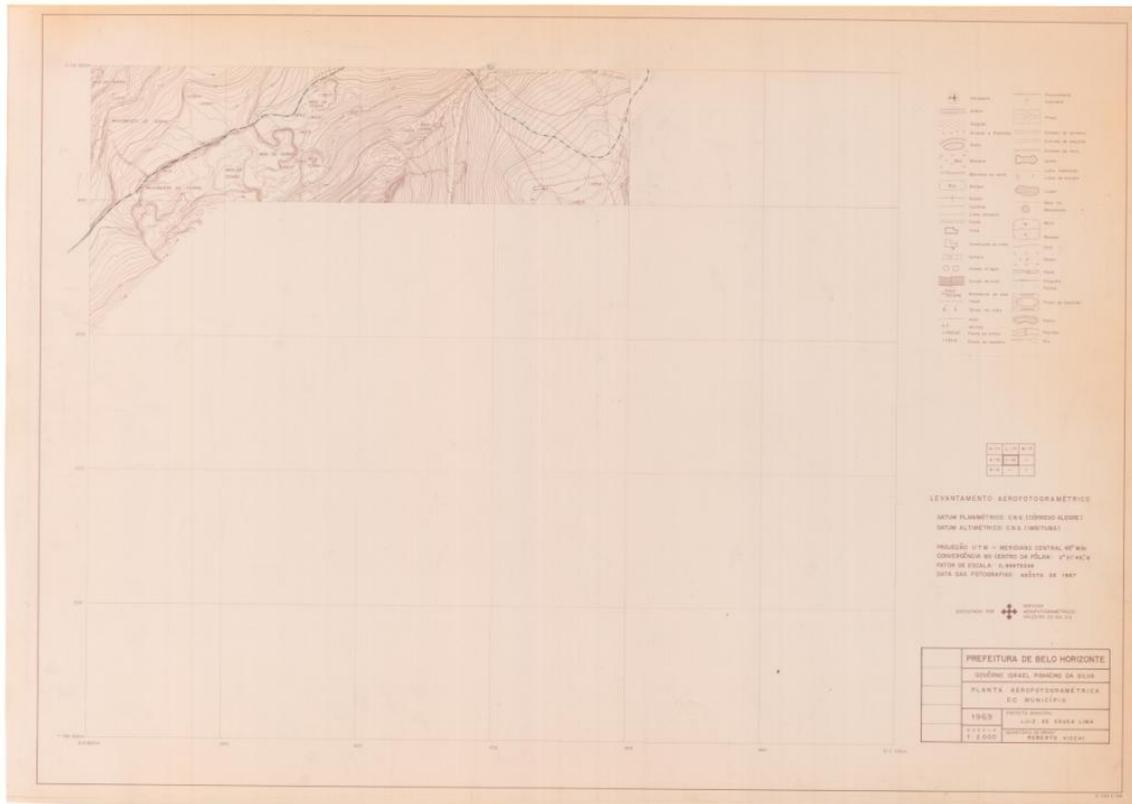
ANEXO VI - Carta de Belo Horizonte - Folha K9



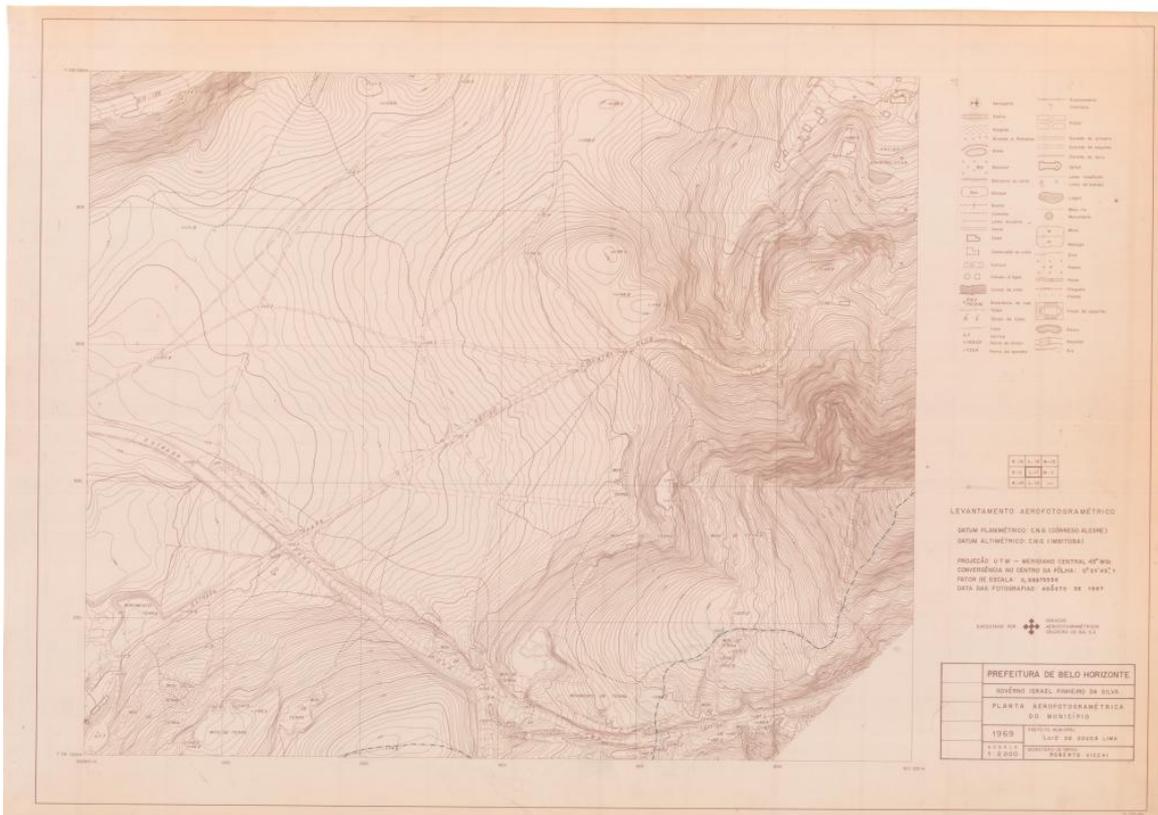
ANEXO VII - Carta de Belo Horizonte - Folha K10



ANEXO VIII - Carta de Belo Horizonte - L10



ANEXO IX - Carta de Belo Horizonte - L11



ANEXO X - Carta de Belo Horizonte - M11

