

**APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE
INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)
ÀS CIRCUNSCRIÇÕES ECLESIASTICAS
DO REGIONAL LESTE 2:
UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA**

Área de Concentração: Análise Espacial

Orientador: Prof. João Francisco de Abreu (PhD)

Doutoranda: Izabella Faria de Carvalho

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS

**Programa de Pós-graduação em Geografia
Tratamento da Informação Espacial**

**APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE
INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)
ÀS CIRCUNSCRIÇÕES ECLESIAÍSTICAS
DO REGIONAL LESTE 2:
UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA**

Izabella Faria de Carvalho

Belo Horizonte
2011

Izabella Faria de Carvalho

**APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE
INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)
ÀS CIRCUNSCRIÇÕES ECLESIASTICAS
DO REGIONAL LESTE 2:
UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial, da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor.

Área de Concentração: Análise Espacial

Orientador: Prof. João Francisco de Abreu (PhD)

Belo Horizonte
2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

C331a Carvalho, Izabella Faria de
Aplicação de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) às
circunscrições eclesiais do Regional Leste 2: uma análise exploratória /
Izabella Faria de Carvalho. Belo Horizonte, 2011.
136f. :il.

Orientador: João Francisco de Abreu

Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial.

1. Igreja Católica - Arquidiocese de Belo Horizonte (MG) - Mapas. 2.
Sistema de Informações Geográficas. 3. Análise espacial (Estatística). 4.
Cartografia. I. Abreu, João Francisco de. II. Pontifícia Universidade Católica de
Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da
Informação Espacial. III. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 27(815.1)

Izabella Faria de Carvalho

**APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS
(SIG) ÀS CIRCUNSCRIÇÕES ECLESIÁSTICAS DO REGIONAL LESTE
2: UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial, da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor.

Prof. João Francisco de Abreu, PhD (Orientador) – PUC-Minas

Prof. Alexandre Magno Alves Diniz, PhD – PUC-Minas

Prof. Dr. Leônidas Conceição Barroso – PUC-Minas

Prof. Dr. Sandro Laudaes – PUC-Minas

Prof. Dr. Pe. Antônio Francisco da Silva – PUC-Minas

Belo Horizonte, 12 de dezembro de 2011.

**A meus pais, Baby e Ellos,
pelo carinho e incentivo.**

AGRADECIMENTOS

Esta tese é fruto de uma trajetória acadêmica e profissional. Agradeço, portanto, a todos os professores e colegas que, desde o ensino fundamental, contribuíram para a construção deste trabalho. A alguns deles, manifesto meu especial reconhecimento.

Primeiramente, agradeço ao Professor João Francisco de Abreu, meu orientador, pelo conhecimento compartilhado, pela direção segura, pelas incontáveis oportunidades de participação em projetos e pelos caminhos abertos. A ele serei eternamente grata.

Ao Professor Oswaldo Bueno Amorim Filho, grande mestre e educador, pela dedicação, pelo incentivo e destacado exemplo.

Ao Professor Leônidas Conceição Barroso, pela calma e tranquilidade em transformar o que para muitos é fardo pesado em arte para os olhos, e por me auxiliar a reencontrar nas ciências exatas uma paixão adormecida.

Ao Professor Aurélio Muzzarelli, pela disponibilidade em sanar todas as minhas dúvidas e pela bondade dispensada a todos que o cercam.

À CAPES pela bolsa de estudo que possibilitou a realização deste trabalho.

Aos colegas, Wanderson Dias e Pe. Paulo Sérgio Soares, que muito contribuíram para a construção deste trabalho.

Aos meus pais, porto seguro em minha vida.

RESUMO

O propósito deste trabalho foi elaborar uma análise espacial de variáveis demográficas e de filiação religiosa da população dos municípios das arquidioceses e dioceses do Regional Leste 2, com destaque para a Arquidiocese de Belo Horizonte, utilizando um SIG – Sistema de Informações Geográficas.

Além do objetivo citado, para a Arquidiocese de Belo Horizonte, foi construída uma base de dados cartográfica de suas paróquias, o que permitiu exemplificar a aplicação de um SIG aos dados de uma pastoral organizados no nível paroquial.

Palavras-chave: SIG, Regional Leste 2 e Arquidiocese de Belo Horizonte.

ABSTRACT

The purpose of this work was to develop a spatial analysis of demographic data and religious affiliation of the population of the municipalities of archdioceses and dioceses of the Regional Leste 2 data, highlighting the Archdiocese of Belo Horizonte, using a GIS - Geographic Information System.

Besides the objective cited, for the Archdiocese of Belo Horizonte, was built a cartographic database of their parishes, which allowed illustrate the application of a GIS to data of an organized ministry at the parish level.

Key words: SIG, Regional Leste 2 and Arquidiocese de Belo Horizonte.

.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Etapas da transformação no processo cartográfico tradicional	31
Figura 2 – Uma visão da operação dos SIGs baseada em transformações	32
Figura 3 – Questões básicas da análise espacial	36
Figura 4 – Matriz geográfica	38
Figura 5 – Matrizes no tempo	40
Figura 6 - Os tipos de variáveis	44
Figura 7 – Representações conforme e equivalente de um círculo da superfície da Terra	69
Figura 8 - Projeções segundo a posição do ponto de vista	72
Figura 9 – Posições da superfície de projeção plana	73
Figura 10 – Posições da superfície de projeção cônica	73
Figura 11 – Posições da superfície de projeção cilíndrica	73
Figura 12 – Superfície de projeção polissuperficial - policônica	74
Figura 13 – Projeções quanto ao tipo de contato entre as superfícies de projeção e referência	75
Figura 14 – Formas geométricas dos sólidos que representam a superfície terrestre	77
Figura 15 – Projeção de Mercator	80
Figura 16 – Projeção transversa de Mercator	82
Figura 17 – Projeção transversa de Mercator	83
Figura 18 – Cilindro secante a um esferoide	84
Figura 19 – Zonas do sistema UTM	85
Figura 20 – Valores de origem pra cálculos de coordenadas em uma Zona UTM	87
Figura 21 – Projeção cônica conforme de Lambert	89

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Londres – Soho – 1854 – Ocorrências de óbitos por cólera	35
Mapa 2 - Londres – Soho – 1854 – Centro Médio e Distância Padrão das Ocorrências de Óbito por Cólera	36
Mapa 3 – Províncias do CNBB Leste2 - 2010	92
Mapa 4 – Arquidioceses e dioceses do CNBB - Leste 2 - 2010	93
Mapa 5 – População das dioceses do CNBB – Leste 2 - 2010	94
Mapa 6 – População dos municípios das dioceses do CNBB – Leste 2 - 2010	95
Mapa 7 – Variação da população das dioceses do CNBB – Leste 2 – (2010-2000)	96
Mapa 8 – Variação percentual da população das dioceses do CNBB – Leste 2 (2010 – 2000)	97
Mapa 9 – Variação percentual da população dos municípios das dioceses do CNBB – Leste 2 (2010 – 2000)	98
Mapa 10 – Percentual de católicos dos municípios das dioceses do CNBB – Leste 2 - 2000	100
Mapa 11 – Percentual de católicos dos municípios das dioceses do CNBB – Leste 2 < 60% - 2000	101
Mapa 12 – Percentual de evangélicos históricos dos municípios das dioceses do CNBB – Leste 2 - 2000	102
Mapa 13 – Percentual de evangélicos históricos dos municípios das dioceses do CNBB – Leste 2 > 4,09% - 2000	103
Mapa 14 – Percentual de evangélicos pentecostais dos municípios das dioceses do CNBB – Leste 2 - 2000	105
Mapa 15 – Percentual de evangélicos pentecostais dos municípios das dioceses do CNBB – Leste 2 > 10, 37% - 2000	106
Mapa 16 – Percentual de espíritas dos municípios das dioceses do CNBB – Leste 2 - 2000	107
Mapa 17 – Percentual sem religião dos municípios das dioceses do CNBB – Leste 2 - 2000	108
Mapa 18 – Percentual sem religião dos municípios das dioceses do CNBB – Leste 2 > 7,35% - 2000	109
Mapa 19 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios - 2011	110
Mapa 20 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios – População 2010	111
Mapa 21– Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios – Variação da população (2010-2000)	112
Mapa 22 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios – Variação percentual da População (2010-2000)	113

LISTA DE MAPAS

Mapa 23 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios – Percentual de população rural 2010	114
Mapa 24 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios – População rural - 2010	115
Mapa 25 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios – Percentual de adeptos da religião católica apostólica romana - 2000	116
Mapa 26 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios – 2000 - Percentual de adeptos da religião católica apostólica romana maior que 68%	117
Mapa 27 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios – 2000 - Percentual de adeptos evangélicos históricos	118
Mapa 28 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios – 2000 - Percentual de adeptos evangélicos pentecostais	118
Mapa 29 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios – 2000 - Percentual de adeptos da religião espírita	119
Mapa 30 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios – 2000 - Percentual sem religião	120
Mapa 31 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Regiões Episcopais – 2011	121
Mapa 32 – Arquidiocese de Belo Horizonte – 2011 – Foranias da Região Aparecida	122
Mapa 33 – Arquidiocese de Belo Horizonte – 2011 – Foranias da Região Conceição – parte 1	123
Mapa 34 – Arquidiocese de Belo Horizonte – 2011 – Foranias da Região Conceição – parte 2	123
Mapa 35 – Arquidiocese de Belo Horizonte – 2011 – Foranias da Região Esperança	124
Mapa 36 – Arquidiocese de Belo Horizonte – 2011 – Foranias da Região Piedade – parte 1	124
Mapa 37 – Arquidiocese de Belo Horizonte – 2011 – Foranias da Região Piedade – parte 2	125
Mapa 38 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Total de comunidades por paróquia (2008 – 2010)	127
Mapa 39 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Total de pessoas que atuam na Pastoral do Dízimo por paróquia (2008 – 2010)	129
Mapa 40 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Total de pessoas que atuam na Pastoral do Dízimo por comunidade em cada paróquia (2008 – 2010)	130
Mapa 41 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Modelos de administração do dízimo nas paróquias (2008 – 2010)	131

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Dados dos Municípios do Vale do Mucuri – Minas Gerais	47
TABELA 2 – Lista de frequências	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Propriedades e postulados	45
Quadro 2: Caracterização das escalas de mensuração	46
Quadro 3: Dados ordenados para cálculo da mediana	52
Quadro 4: Escalas de mensuração apropriadas às medidas de tendência central e de dispersão	64
Quadro 5: Classificação das projeções cartográficas	71
Quadro 6 – CNBB - Regional Leste 2 – Arquidioceses e dioceses - 2010	93

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 BASES TEÓRICAS	20
2.1 A CORRENTE TEORÉTICO-QUANTITATIVA DA GEOGRAFIA	20
2.1.1 Principais fundamentos da abordagem teórico-quantitativa	22
2.2 OS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS	25
2.2.1 As várias definições de SIG	25
2.2.2 A importância e os principais usos dos SIGs	27
2.2.3 Sistemas de informações, SIG e CAD	28
2.2.4 Modelo teórico dos SIGs – A proposta transformacional	30
2.3 Análise espacial	33
2.3.1 Conceituação básica	33
2.3.2 Um exemplo de análise espacial: a epidemia de cólera em Londres	34
2.3.3. Questões básicas	36
2.3.4 A matriz geográfica de Brian Berry	38
2.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ABORDAGEM ADOTADA	41
3 MÉTODOS E TÉCNICAS	43
3.1 TIPOS DE VARIÁVEIS	43
3.1.1 As escalas de mensuração	44
3.2 MEDIDAS DE TENDÊNCIA CENTRAL	49
3.2.1 Moda	49
3.2.2 Mediana	50
3.2.3 Média aritmética	52
3.3 MEDIDAS DE DISPERSÃO	54
3.3.1 Amplitude	54
3.3.2 Variância e desvio padrão	55
3.3.3 Coeficiente de dispersão	62
3.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE MEDIDAS E ESCALAS	63

SUMÁRIO

3.5 PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS	65
3.5.1 Definições	66
3.5.2 Um Pouco de história	67
3.5.3 Deformações	68
3.5.4 Classificação	70
3.5.5 Sólidos que Representam a Superfície terrestre	76
3.5.6 Fator de escala	77
3.6 ALGUMAS PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS USUAIS	79
3.6.1 Projeção de Mercator	79
3.6.2 Projeção transversa de Mercator	82
3.6.3 Projeção universal transversa de Mercator – UTM	83
3.6.4 Projeção cônica conforme de Lambert	88
3.7 CONSIDERAÇÕES SOBRE PROJEÇÕES	90
4 - APLICAÇÕES	92
4.1 AS CIRCUNSCRIÇÕES ECLESIASTICAS DO REGIONAL LESTE 2	92
4.2 A ARQUIDIOCESE DE BELO HORIZONTE	110
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	132
Referências	134

1 INTRODUÇÃO

Amorim (1985) expõe que, segundo o filósofo Thomas S. Kuhn, o desenvolvimento científico ocorre através de dois períodos. Em um destes períodos ocorreria a “ciência normal”, cuja pesquisa estaria ancorada em realizações passadas baseadas em um paradigma¹. O outro período a que Kuhn se refere seria o da “revolução científica”. Além disso, acrescenta que na “ciência normal” não se busca novas orientações científicas, contudo, com o passar do tempo, a realidade vai se tornando cada vez mais complexa e o paradigma dominante não é capaz de solucionar os novos problemas. Surge, neste momento, a necessidade de se buscar um novo paradigma que possa fazer frente à nova realidade imposta. Aí ocorre a chamada revolução científica. Dessa maneira, a ciência evoluiria segundo uma sucessão de paradigmas, ou seja, um paradigma que, durante certo tempo, prevaleceu e possibilitou soluções modelares deixa de responder às novas demandas e ocorre uma crise paradigmática. Logo após essa crise, dá-se a revolução científica, com a substituição por um novo paradigma. Por outro lado, Amorim (1993) sugere que a proposta de Lakatos sobre a coexistência de “Programas de Investigação” diferentes no domínio de um campo determinado de conhecimento parece se adaptar melhor à realidade da pluralidade de abordagens geográficas do que a proposta de Kuhn sobre as sucessões paradigmáticas. Dessa forma, Amorim (2007) indica que a visão de Kuhn sobre a visão científica foi uma interpretação equivocada, que pode ter levado a uma visão inadequada da evolução do pensamento geográfico. Em vez da sucessão

¹ Um paradigma expressa a concepção teórica para explicar e ordenar os fatos da ciência, orientando a formulação de problemas e a pesquisa (CHRISTOFOLETI, 1982, p. 72).

paradigmática proposta, o que ocorre é uma pluralidade geográfica, uma diversidade tanto epistemológica quanto na prática geográfica. Observam-se, na História da Geografia, momentos de destaque de uma corrente de pensamento e a coexistência de outras alternativas.

Conforme exposto, a coexistência de distintas correntes de pensamento é uma realidade na atividade geográfica desde suas origens. Essa pluralidade traz consigo uma perplexidade epistemológica para aqueles que praticam a Geografia, sobretudo a partir da segunda metade do século XX. Todavia, um dos aspectos positivos da pluralidade geográfica, além do dinamismo e da riqueza, é o despertar para a busca de uma base epistemológica sólida por parte dos adeptos de cada corrente de pensamento, revela Amorim (2007).

A abordagem quantitativa desenvolveu-se inicialmente na Suécia, nos Estados Unidos e na Grã-Bretanha, informa Andrade (1987). Paradoxalmente, nos seus primórdios, houve uma resistência entre os geógrafos norte-americanos em relação à perspectiva teórico-quantitativa. A premissa da busca por leis causou certa confusão com o determinismo ambiental, razoavelmente criticado naquele período. Posteriormente, esse equívoco foi superado e, nos Estados Unidos, ocorreu uma efervescência na produção científica segundo a perspectiva quantitativa, principalmente nas décadas de 1950 e 1960, acrescenta Burton (1977).²

Atualmente, alguns sistemas especiais de computador propiciam a elaboração de mapas que possibilitam o acesso a previsões, tendências e simulações. Esses sistemas, denominados SIGs – Sistemas de Informações

² Apesar de o artigo original ter sido publicado em 1963, a publicação em língua portuguesa ocorreu em 1977. A data da citação se refere ao artigo traduzido e publicado pelo Boletim de Geografia Teórica.

Geográficas – dispõem de representações computacionais adequadas à expressão dos conceitos da corrente teórico-quantitativa da Geografia, afirmam Câmara, Monteiro e Medeiros (2001).

Segundo Longley *et al.* (2001), a integração de um SIG aos sistemas de informações e ao planejamento corporativo é um pré-requisito ao sucesso de muitas organizações. Esses autores completam, afirmando que o escopo da aplicação dos SIGs abrange áreas governamentais e de serviço público, de negócios e planejamento de prestação de serviços, de transporte e logística e de meio ambiente.

Entretanto, a aplicação de um SIG às circunscrições eclesiásticas, mais precisamente aos dados de uma arquidiocese é um tema pioneiro. Dessa forma, este trabalho tem por objetivos: (1) a aplicação de um SIG às circunscrições eclesiásticas do Regional Leste 2 da CNBB e (2) a aplicação de um SIG à Arquidiocese de Belo Horizonte.

Assim, no capítulo 2, é elaborada uma breve revisão bibliográfica sobre o contexto das primeiras manifestações da proposta teórico-quantitativa, as bases epistemológicas dessa corrente do pensamento geográfico, bem como sobre as bases teóricas dos SIGs.

A seguir, no capítulo 3, são apresentadas as escalas de mensuração, as medidas de tendência central e de dispersão. Posteriormente faz-se uma revisão sobre projeções cartográficas.

Finalmente, no capítulo 4, apresenta-se uma aplicação de um SIG aos dados das circunscrições eclesiásticas do Regional Leste 2 da CNBB, e em especial aos dados da Pesquisa do Dízimo da Arquidiocese de Belo Horizonte.

2 BASES TEÓRICAS

2.1 A CORRENTE TEORÉTICO-QUANTITATIVA DA GEOGRAFIA

Em meados do século XX, geógrafos não ligados à área acadêmica e instituições, grande parte delas governamentais, promoveram trabalhos de Geografia aplicada. Essa parceria de caráter não acadêmico gerou uma demanda por metodologias e técnicas que proporcionassem eficiência e rapidez à pesquisa desenvolvida. Foram justamente esses os primeiros membros da comunidade geográfica a tomarem contato com as técnicas quantitativas e também com os primeiros computadores. Outro grupo de geógrafos ligados à academia, mas de número mais reduzido, tomou ciência de trabalhos de cunho epistemológico em reuniões científicas e congressos, indica Amorim (1982).

A comparação entre os trabalhos científicos produzidos por membros de outras comunidades e os da comunidade geográfica mostrava um distanciamento da Geografia em relação às demais ciências, completa Amorim (1985). A constatação de que as pesquisas até então realizadas, de caráter monográfico regional, não eram suficientes para embasar teoricamente a Geografia gerou um sentimento de certa marginalização e inferioridade entre os geógrafos, evidencia Amorim (1982).

Perante o sentimento da frustração provocada pela consciência de que os instrumentos conceituais e metodológicos utilizados na Geografia, segundo o paradigma da diferenciação espacial ou regionalista, tornaram-se incapazes de solucionar problemas de caráter geográfico, alguns estudiosos da área espacialista, entre eles o grupo da Universidade de Washington e da

Universidade de Iowa, escreveram artigos que se tornaram um marco da tomada de consciência das tendências renovadoras da Geografia teórico-quantitativa, sugerem Abreu (2004), Amorim (1985) e Christofoleti (1982a).

Como exemplo, pode-se citar o artigo escrito pelo professor Fred K. Schaefer publicado no periódico *Annals of the Association of American Geographers* em 1953, após o seu falecimento. Nesse artigo, Schaefer (1953) critica a posição de que a Geografia difere das demais ciências e tem uma metodologia única. Este denomina essa postura de excepcionalismo e a refuta, expondo suas raízes históricas. O pai do excepcionalismo, Immanuel Kant, considera a Geografia “um nome para uma descrição da natureza e do mundo todo”, o que levou muitos geógrafos discípulos da vertente regional a produzirem pesquisas sobre lugares particulares.

Schaefer também critica aqueles que se baseiam no trabalho desenvolvido por Humboldt em sua famosa obra, *Kosmos*, como um exemplo de metodologia geográfica. Aponta ainda que o próprio Humboldt, em outros trabalhos, fez uma distinção entre a descrição cosmológica e a Geografia. Para Humboldt, a cosmologia seria descritiva e não uma ciência racional.

Ele [Humboldt] aconselha, que a mesma [a cosmologia], não deve ser estudada sem um bom treinamento anterior em ciências sistemáticas, tais como física, astronomia, química, antropologia, biologia, geologia e **geografia** (SCHAEFER, 1977, p. 16)³ (grifo meu).

Apesar da crítica ferrenha, Schaefer não refuta integralmente a postura regional descritiva, pois considera a classificação como uma das fases do trabalho científico, ressaltando que esta não deve ser o objetivo final da

³ Apesar de o artigo original ter sido publicado em 1953, a publicação em língua portuguesa ocorreu em 1977. A data da citação se refere ao artigo traduzido e publicado pelo *Boletim de Geografia Teórica*.

investigação. Além disso, afirma que a Geografia regional não seria inferior ao ramo sistemático, já que esse sempre dependerá, para a obtenção de dados, da Geografia regional.

Em conclusão, parece ser justo dizer que as geografias regional e sistemática são condignas, inseparáveis e constituem aspectos igualmente indispensáveis do campo (SCHAEFER, 1977, p. 11).

Finalmente, nesse polêmico artigo, já se encontravam algumas diretrizes que os discípulos da corrente teórico-quantitativa da Geografia adotariam.

A geografia deverá dedicar mais atenção à distribuição espacial dos fenômenos em determinada área do que os fenômenos em si. As relações espaciais, e nenhuma outra, são as que importam na geografia (SCHAEFER, 1977, p. 7).

Ao geógrafo compete cultivar melhor a sua especialidade, ou seja, as leis relativas às distribuições espaciais (SCHAEFER, 1977, p. 8).

2.1.1 Principais fundamentos da abordagem teórico-quantitativa

Christofoleti (1982a) indica que, na perspectiva idiográfica de concepção regional, a paisagem foi considerada uma solução para o relacionamento homem-meio, não havia lógica em pensar em leis geográficas. A ideia de leis era amplamente criticada. Ao contrário, a perspectiva nomotética da concepção quantitativa salienta a generalização, a busca por enunciados que caracterizem o funcionamento dos fenômenos, favorecendo a aplicação de leis e modelos.

Amorim (1982) expõe que a corrente de pensamento quantitativo buscava o desenvolvimento de um raciocínio lógico-abstrato, visando a desenvolver, por meio de generalizações, teorias e metodologias adequadas. Além disso, os dados geográficos deviam ser quantificados, tornando o seu tratamento mais objetivo e livre da subjetividade das opiniões pessoais.

A proposta teórico-quantitativa era inserir a Geografia no quadro geral das ciências. Sob esse prisma, Christofletti (1982b) apresenta os pressupostos básicos dessa abordagem geográfica: (1) rigor maior na aplicação da metodologia científica; (2) uso de técnicas estatísticas e matemáticas, (3) desenvolvimento de teorias; (4) abordagem sistêmica e (5) uso de modelos.

Ancorada nos princípios do positivismo, a Geografia teórico-quantitativa adotava os princípios metodológicos científicos na execução da pesquisa. Presumia que a ciência era única e que não existia uma metodologia geográfica específica, mas uma só metodologia para o conjunto das ciências. A ciência busca a objetividade e a imparcialidade. Logo, através da metodologia científica, a abordagem quantitativa buscava um rigor no enunciado, na verificação de hipóteses e na formulação das explicações dos fenômenos geográficos. O enunciado é validado perante verificação e teste. Assim, a refutação alcança um valor fundamental, já que a validade dos resultados está diretamente ligada aos procedimentos de verificação empregados.

O pressuposto do uso de técnicas estatísticas e matemáticas na análise dos dados coletados e na análise das distribuições espaciais dos fenômenos geográficos tornou-se uma exigência fundamental dessa abordagem. Fato que comprova essa afirmação é que na sua própria denominação está inserido o adjetivo quantitativa.

O uso da quantificação, como citado anteriormente, é um traço marcante dessa vertente geográfica. Contudo a necessidade de desenvolvimento de teorias relacionadas às características da distribuição e dos arranjos espaciais dos fenômenos tem primazia em relação à quantificação. O emprego de

métodos quantitativos é, portanto, uma técnica pela qual a teoria poderia ser aperfeiçoada, completa Burton (1977).

Christofoleti (1982b) prossegue indicando que a abordagem sistêmica é um instrumento conceitual que possibilita ao geógrafo lidar com conjuntos complexos, que é o caso da organização espacial.

Por último, o uso de modelos permite uma estruturação sequencial das ideias relacionadas ao funcionamento do sistema. Tal estruturação possibilita uma melhor compreensão do sistema por meio da descrição das relações entre os seus componentes.

Além dos pressupostos explicitados por Christofoleti, cabe ressaltar a postura da vertente quantitativa em relação ao espaço. Amorim (1982) identifica uma ênfase na abordagem geométrica no tratamento dos dados espaciais. O espaço era visto sob o ponto de vista relativo, segundo a sua estrutura organizacional.

A Geografia teórico-quantitativa predominou nas décadas de 1950 e 1960. A partir de então, surgiram críticas em relação aos excessos na quantificação e à excessiva energia canalizada na estruturação geométrica do espaço geográfico em detrimento da compreensão dos processos em ação nesse mesmo espaço. Os discípulos da corrente quantitativa, amadurecidos após as críticas recebidas na década de 1970, não buscam a matematização e a teorização como único fim, expõe Amorim (1982).

Em outro artigo, Amorim sugere que o amadurecimento dos discípulos da quantificação poderia promover avanços maiores que os até então alcançados.

Teorias e modelos matemáticos são usados com mais prudência e é bastante provável que os maiores frutos dessa corrente geográfica comecem a aparecer desse início da década de oitenta. O que é

certo, sem dúvida, é que a procura do aperfeiçoamento do instrumental teórico matemático da geografia prosseguirá sempre, pois que se trata de algo ao mesmo tempo necessário e inevitável (AMORIM FILHO, 1982, p.14)

2.2 OS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Seriam os geógrafos usuários dos SIGs, os discípulos da quantificação já amadurecidos, preconizados por Amorim na década de 1980? Essa questão é respondida cerca de duas décadas adiante. Segundo Amorim (2001), a comunidade internacional de geógrafos, a partir da década de 1970 era composta, em sua maioria, por quatro facções ou subcomunidades coexistentes. Entre esse grupo cita aquele composto pela tentativa de alguns adeptos da corrente científica de quantificação e da teorização em manter-se como geógrafos. Grupo reforçado por novas gerações de geógrafos e não geógrafos ligados aos SIGs, técnica de grande importância para o tratamento e mapeamento das informações.

2.2.1 As várias definições de SIG

O termo *Geographic Information System* (GIS), ou, na língua portuguesa, SIG, pode denominar: a tecnologia de computação orientada geograficamente; sistemas integrados utilizados em diversas aplicações; uma nova disciplina, afirmam Maguire, Goodchild e Rhind (1991)

Longley *et al.* (2001) propõem outras definições para os SIGs, utilizando como foco o ponto de vista de diferentes grupos de pessoas. Para o público em geral, os SIGs são contêineres de mapas no formato digital. Para planejadores,

grupos de comunidades e tomadores de decisão, os SIGs são um programa de computador para a solução de problemas geográficos. Para cientistas de gerenciamento e pesquisadores de operações, os SIGs são sistemas de apoio à decisão espacial. Para gerentes de serviços públicos, funcionários dos sistemas de transportes e gerentes de recursos, os SIGs são definidos como um inventário mecanizado de construções e feições distribuídas geograficamente. Para cientistas e pesquisadores, os SIGs são um instrumento que revela aquilo que, de outra forma, é invisível na informação geográfica. Para cartógrafos, planejadores e gerentes de recursos, os SIGs são um instrumento para manipulação de dados geográficos que seria tediosa, cara ou imprecisa se executada manualmente.

Alternativamente à perspectiva dos SIGs qualificados de acordo com o grupo aos quais as pessoas se inserem, Longley *et al.* (2001) afirmam que os SIGs são uma classe especial dos sistemas de informação que informam não somente sobre eventos, atividades e objetos, mas também *onde* tais eventos, atividades e objetos acontecem ou existem.

Câmara *et al.* (1996) conceituam os SIGs como sistemas automatizados que se utilizam para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente à informação e indispensável para analisá-la.

Maguire, Goodchild e Rhind (1991) enfatizam que, embora existam vários conceitos de SIG, grande parte das definições aqui expostas tem um ponto em comum: os SIGs são sistemas que lidam com informações

geográficas. Essa característica dos SIGs é uma das razões que os tornaram tão importantes nas últimas décadas.

2.2.2 A importância e os principais usos dos SIGs

A popularização do uso de computadores e a sua conexão pela criação de redes de rápido acesso bem como o desenvolvimento e a disseminação dos sistemas de telecomunicações foram alguns dos fatores que facilitaram o acréscimo da produção e do armazenamento de dados de várias áreas do conhecimento ocorridos nas últimas décadas do século XX, evidenciam Naisbitt (1994) e Castells (2002). Grande parte das organizações particulares e governamentais dedicou seus esforços ao cadastramento de dados e à informatização de rotinas essenciais à eficácia e eficiência desses serviços. Se por um lado, o manuseio e a armazenagem dos diversos tipos de dados tornaram-se um processo cada vez mais simplificado e acessível à grande parte dos usuários, tanto pelas possibilidades oferecidas pelo desenvolvimento de novos *softwares* quanto pela criação de novos equipamentos, o mesmo não ocorreu com a integração desses dados. Os SIGs, pela sua capacidade de estabelecer conexão entre vários conjuntos de dados com base na referência geográfica, ou seja, pela sua característica intrínseca de lidar com a localização geográfica e possibilitar encontrar um denominador comum para a dificuldade de integração de dados oriundos de diversas fontes, são uma solução para o problema, informam Carvalho, Pina e Santos (2000).

A possibilidade de produzir conhecimento é uma das contribuições dos SIGs para a solução de problemas de natureza social, econômica, ambiental ou científica, em escala local, nacional ou global, acrescentam Maguire, Goodchild e Rhind (1991). O planejamento estratégico, o planejamento regional e urbano, a análise ambiental, as pesquisas de mercado, as modelagens e simulações e as sínteses regionais baseadas na matriz de Brian Berry são alguns exemplos dos principais usos dos SIGs listados por Abreu (1995).

2.2.3 Sistemas de informações, SIG e CAD

As características dos objetos ou eventos existentes no mundo real podem ser classificadas de acordo com duas propriedades: a espacial e a de atributo. O elemento espacial indica a localização do objeto ou do evento de acordo com um sistema de coordenadas geográficas. O elemento de atributo identifica as outras características desse objeto ou evento, excetuando as de localização. Um objeto geográfico, por exemplo, as fronteiras administrativas como os limites municipais, tem a sua propriedade espacial definida pelas coordenadas geográficas que o localizam. Por sua vez, os dados referentes ao censo demográfico de cada município são dados de atributo, não locais ou estatísticos (MAGUIRE, GOODCHILD e RHIND, 1991).

Os sistemas CAD, *Computer Aided Design*, foram concebidos para auxiliar no projeto de criação de novos objetos e são amplamente utilizados no campo da arquitetura e da engenharia. Korte (1997) complementa que esses sistemas possuem elementos gráficos para a definição de pontos, linhas, polilinhas, círculos, textos e símbolos que podem ser referenciados a um

sistema de coordenadas geográficas e que seus dados são organizados na forma de camadas.

Os sistemas CAD possuem a característica de lidar com dados georreferenciados, contudo, têm conexões rudimentares com a base de dados, lidam com pequenas quantidades de dados e não possibilitam responder a questões que necessitem relações de análise espacial (KORTE, 1997).

Por sua vez, nos SIGs a realidade é representada como um conjunto de feições geográficas, definidas de acordo com os dois elementos de dados. O elemento de dado geográfico ou locacional é usado para referenciar o elemento de dado de atributo, complementam Maguire, Goodchild e Rhind, (1991). Pode-se concluir que os SIG possuem um componente de CAD, mas nem todo CAD possui componentes de SIG.

Na definição de David Martin:

Os sistemas de informações são produtos de software complexos desenvolvidos para representar um aspecto particular do mundo real em um computador, usualmente com o objeto gerenciado de maneira mais eficiente que na realidade. Esses sistemas oferecem a facilidade de manipular e analisar aspectos de dados em um modelo e frequentemente utilizam dispositivos de hardware especializados, gerenciados por aplicações particulares. (MARTIN, 1996, p.29, tradução nossa)

Os SIGs são um tipo particular dos sistemas de informações, pois têm a capacidade de representar, manipular e analisar dados que representam uma realidade geográfica.

2.2.4 Modelo teórico dos SIGs – A proposta transformacional

A descrição das estruturas e funções dos SIGs engloba a exposição sobre os subsistemas: de aquisição e pré-processamento de dados, de análise e de apresentação de dados. A discussão sobre essas estruturas encerra uma análise orientada sob a ótica tecnológica e é a configuração de trabalho conceitual mais difundida a respeito dos sistemas de informações geográficas. Uma análise detalhada abrangendo a estrutura e as funcionalidades dos SIGs está presente em Muzzarelli e Abreu (2003).

Buscando desenvolver uma estrutura teórica para os sistemas de informações geográficas que não envolvesse o enfoque orientado por tarefas ou por funções, reflexo das raízes tecnológicas de seu desenvolvimento, Martin (1996) propõe uma análise da maneira pela qual os dados são transformados em um modelo digital do mundo real.

A proposta desse modelo de sistemas de processamento de dados geográficos não pretende descrever um sistema de *software* específico de SIG e nem busca se aplicar a uma estrutura de dados particular, seja esta espacial ou de atributo. Pelo contrário, visa a ser um modelo dos processos que devem manipular dados geográficos digitais e sugere que os sistemas reais devem executar todas ou algumas das principais transformações em maior ou menor grau. Contudo, somente aqueles sistemas que possuírem a capacidade de entrada, de manipulação e de saída de dados espaciais digitais serão considerados SIG nesse contexto.

O princípio fundamental da proposta do modelo transformacional foi configurado por cartógrafos que buscavam estabelecer os relacionamentos

entre o mundo e o mapa como um modelo deste mundo. O processo de produção do mapa analógico deve ser modelado como uma série de transformações entre o mundo real, os dados brutos, o mapa e a imagem do mapa (figura 1).

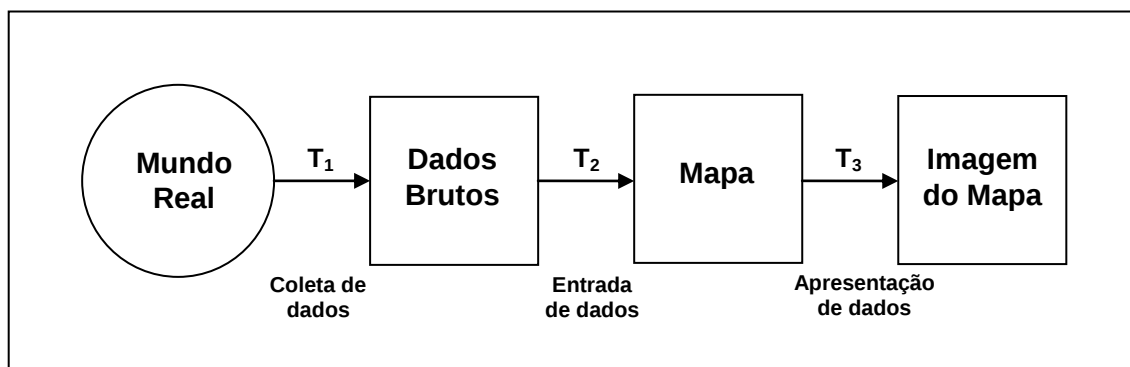


Figura 1 – Etapas da transformação no processo cartográfico tradicional

A importância das transformações T_1 , T_2 e T_3 é que, nas etapas da transformação do processo cartográfico tradicional, elas controlam a quantidade de informações transmitidas de uma etapa para a posterior. Nesse modelo, o cartógrafo tem a função de delinear a melhor aproximação de uma transformação ideal, envolvendo um mínimo de perda de informação.

No contexto dos SIGs, a visão de sua operação baseada em transformações, apresentada na figura 2, introduz uma etapa adicional específica desse tipo de sistema de informações. Nesse modelo, a transformação T_1 coleta dados brutos do mundo real, por exemplo, por meio de mensurações em trabalhos de campo ou do resultado do censo demográfico. Os dados coletados através de T_1 não necessariamente estarão no formato apropriado. A etapa T_2 provê a transformação dos dados brutos coletados em uma base de representação digital do mundo real. A etapa T_3 , transformação adicional específica e interior aos SIGs, emprega uma extensa coleção de

operações de manipulação de dados e os armazena. Finalmente, a transformação T_4 , última etapa do modelo, comunica os dados manipulados por T_3 por meio de diversos formatos; dentre esses pode ser citada a forma de tabelas ou de imagens gráficas.

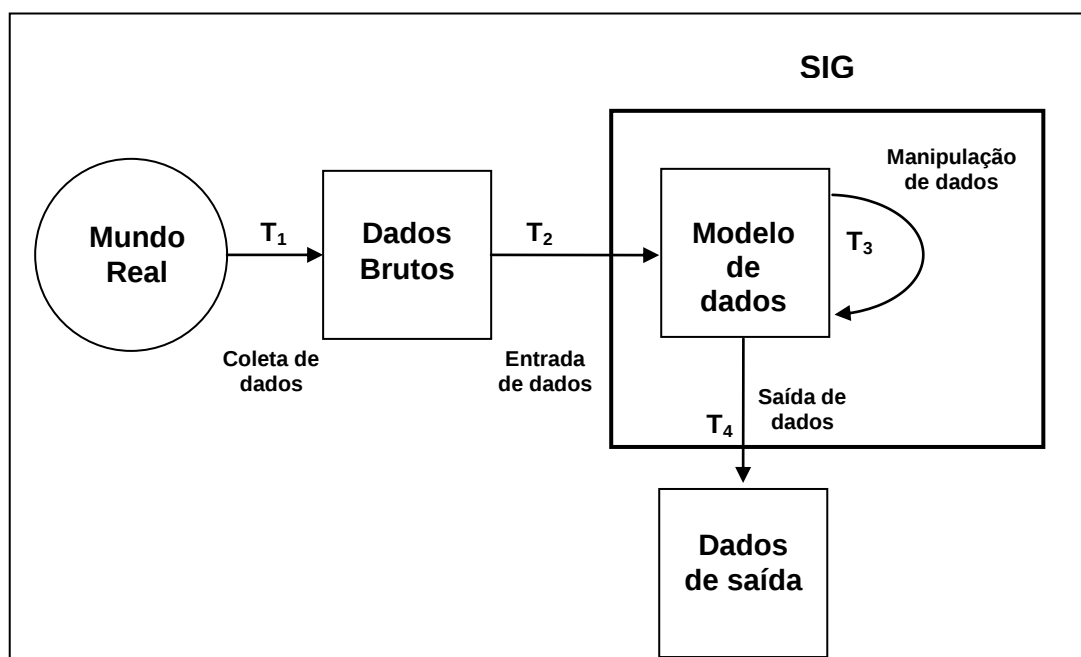


Figura 2 – Uma visão da operação dos SIGs baseada em transformações

Um dos maiores benefícios potenciais dos SIGs é a aplicação de uma poderosa tecnologia de manipulação de dados para a solução de problemas que, antes da difusão do uso de computadores, parecia inalcançável devido ao amplo volume de dados envolvidos e ao tempo necessário para o seu processamento. Atualmente, a solução de tais problemas, sanadas as dificuldades do trabalho exaustivo e enfadonho pelo uso de instrumentos adequados, implica na utilização de métodos de análise espacial.

2.3 Análise espacial

2.3.1 Conceituação básica

Longley *et al.* (2001) apresentam a ideia essencial do conceito de análise espacial e um caso clássico de seu uso. As várias definições de análise espacial expressam a ideia de que a informação de localização é fundamental. Um processo de análise que não considere as localizações não pode ser definido como análise espacial. Nesse contexto, o conceito de análise espacial pode ser expresso como “um conjunto de métodos cujos resultados variam quando a localização dos objetos analisados varia”. De tal modo, o cálculo da média de peso, em quilogramas, ou o da média salarial, expressa em reais, de certo grupo de pessoas não é considerado análise espacial, pois nessa avaliação a variável localização dos indivíduos não é necessária. Por outro lado, o cálculo do centro de população do Estado de Minas Gerais é análise espacial porque o resultado final está sujeito ao conhecimento da localização de todos os habitantes dessa unidade da federação.

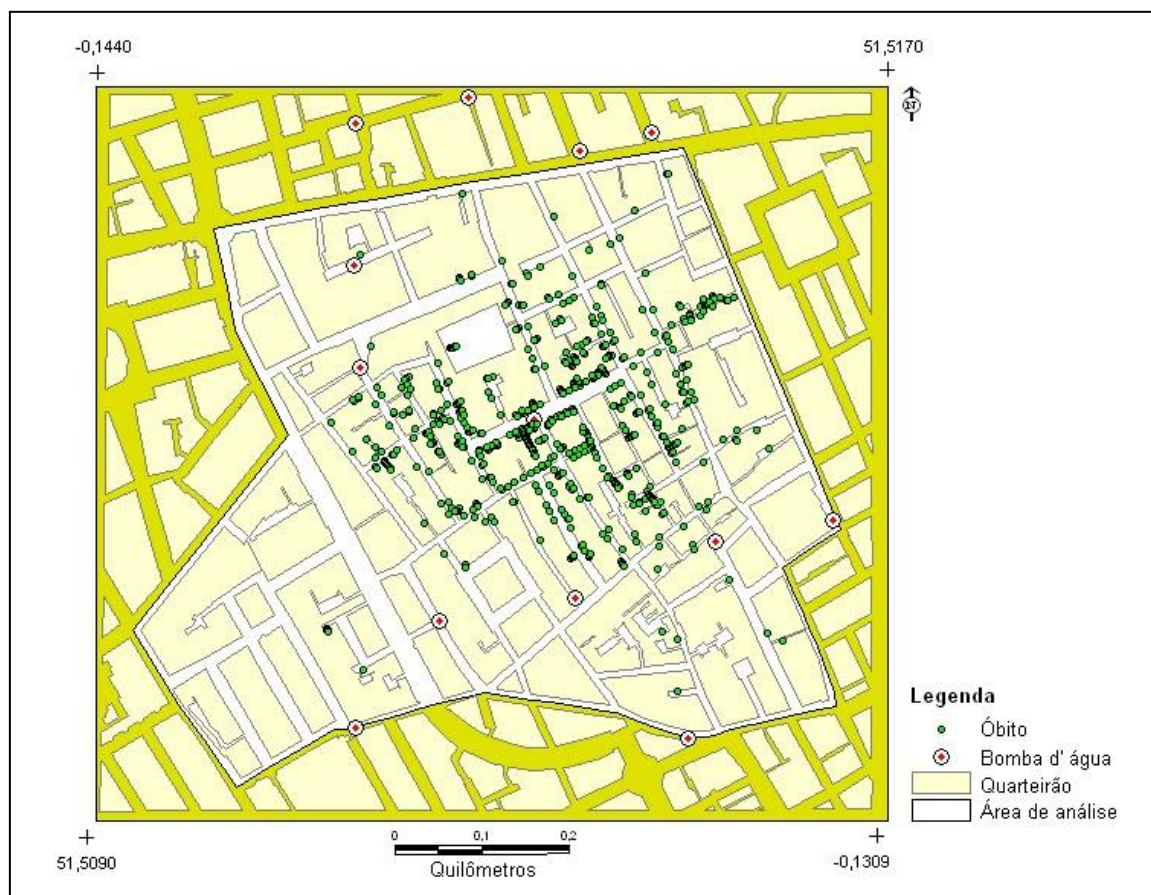
Os SIGs são uma plataforma ideal para a análise espacial, já que sua estrutura de dados permite armazenar e manipular os dados de localização de objetos, propriedade especificada no modelo da operação dos SIGs baseado em transformações. Entretanto, alguns métodos de análise espacial foram estabelecidos e executados à mão ou pelo uso de instrumentos rudimentares, como uma régua, anteriormente ao surgimento dos sistemas de informações geográficas.

2.3.2 Um exemplo de análise espacial: a epidemia de cólera em Londres

Um exemplo clássico do uso de análise espacial é o da comprovação, pelo médico Dr. John Snow, de que a cólera se transmite pelo consumo de água contaminada, hipótese contrária à crença de então, segundo a qual a doença seria transmitida pelo resultado da exposição a vapores emanados da matéria em putrefação, conhecidos sob a denominação genérica de miasma. No ano de 1854, uma epidemia de cólera se alastrou pelo bairro de Soho, na cidade de Londres. Intuitivamente, o Dr. Snow esboçou um mapa da localização das ocorrências de óbito naquele bairro. A existência de uma bomba d'água pública, próxima a uma área de grande concentração dos casos por ele assinalados, levou-o a inferir sobre a verdadeira causa da epidemia: a água contaminada. O fornecimento de água proveniente daquela bomba foi interrompido e o surto da doença, controlado (LONGLEY *et al.*, 2001).

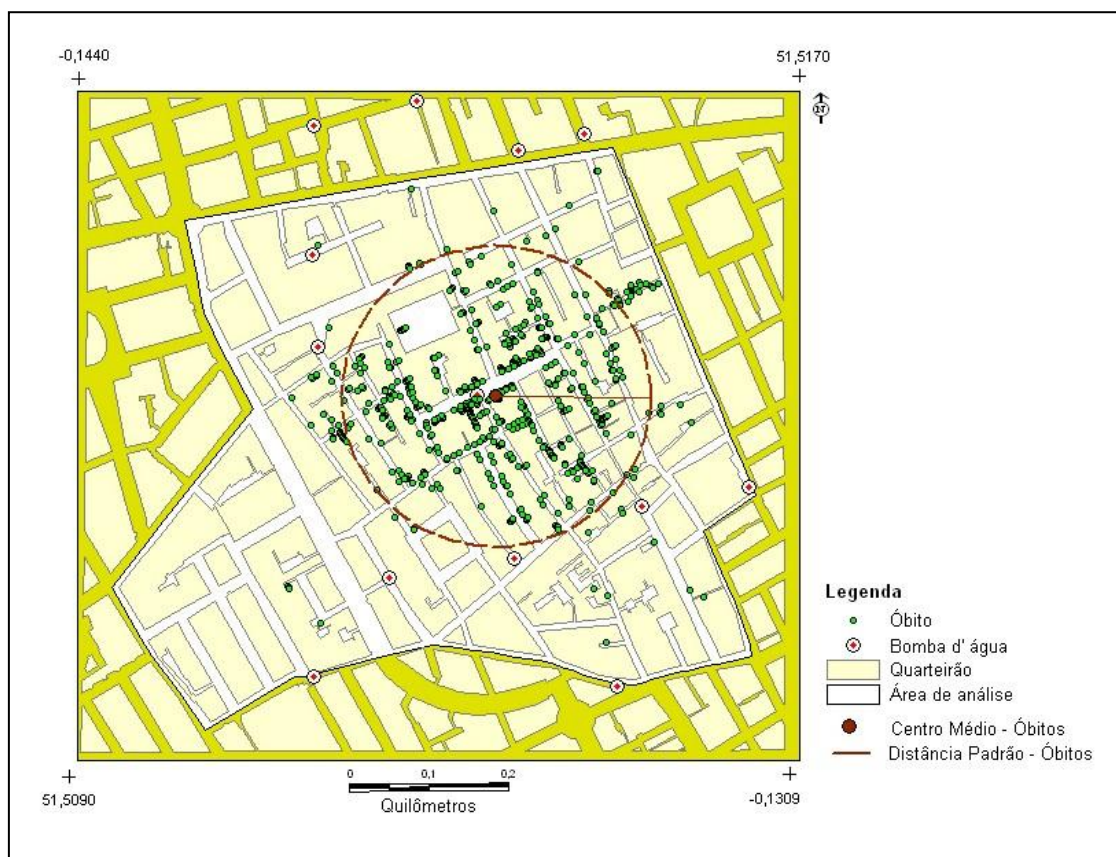
Em meados do século XIX, logicamente, os sistemas de informações geográficas não estavam disponíveis para auxiliar na busca pelo controle do surto daquela doença. Todavia, atualmente pode-se utilizar um *software* de SIG e, conseqüentemente, aplicar um método de análise espacial ao estudo realizado pelo Dr. Snow. Os mapas 1 e 2, resultado dessa aplicação, indicam como os SIGs e a análise espacial podem contribuir para a solução de problemas que têm como dado essencial a informação da localização.

O mapa 1 foi construído com base no uso do *software* MapInfo 7.0, adotando-se como referencial o mapa criado pelo médico sanitário.



Mapa 1 - Londres – Soho (1854) – Ocorrências de óbitos por cólera
Fonte: CHEFFINS, C. F.; Southhamptom, London
Base cartográfica: CARVALHO, Izabella.

Ao mapa das ocorrências de óbitos por cólera foram adicionados novos elementos. Cada ocorrência de óbito desse mapa possui suas coordenadas geográficas. Com base nesses dados locais e das fórmulas de estatística espacial descritas em Gerardi e Silva (1981), foram calculadas as coordenadas do centro médio e o valor da distância-padrão. Posteriormente, essas novas informações foram inseridas e deram origem ao mapa 2. A localização do centro médio das ocorrências de óbito por cólera se apresentou bastante próxima à localização da bomba d'água que estava contaminada.



2.3.3. Questões básicas

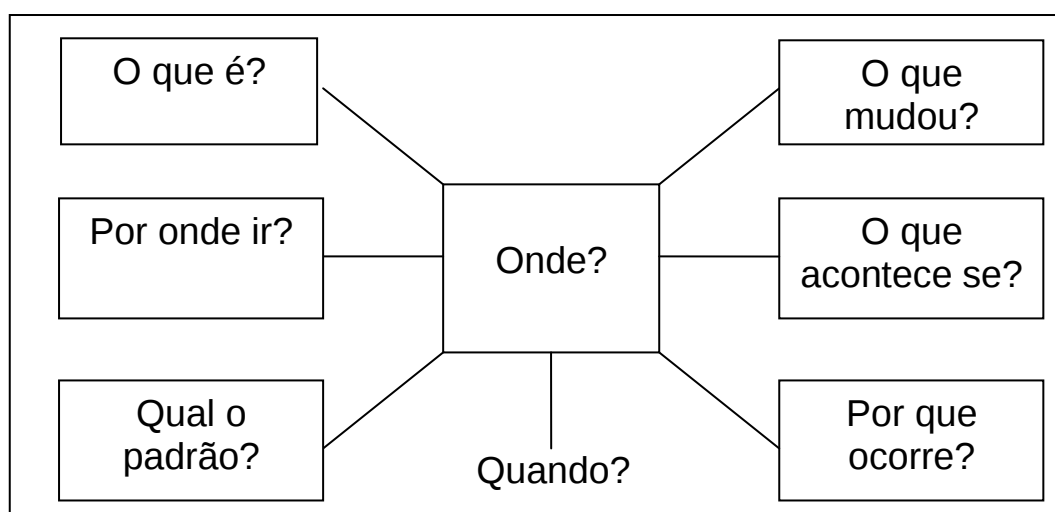


Figura 3 – Questões básicas da análise espacial
Fonte: Abreu (2004)

Abreu (2004) indica as questões básicas tratadas pela análise espacial (figura 3). Aplicando-se tais questões, por exemplo, ao evento do surto de cólera de 1854, em Londres, obteremos as respostas seguintes. A resposta à questão onde? indica a localização do evento, nesse caso, Londres, no bairro de Soho. A questão quando? teria como resposta o ano de 1854. O que é? determinaria o surto de cólera. Qual o padrão? indicaria uma concentração maior de casos de óbitos próxima a uma determinada área de Soho. Por onde ir? direcionaria a procura por um fator determinante da doença e que estivesse próximo à área de maior concentração de óbitos, nesse exemplo, uma bomba d'água. A questão por que ocorrem? (inúmeros óbitos) seria respondida pela contaminação da água ingerida pelos consumidores que utilizavam aquela fonte. O que acontece se? indicaria que, caso o fornecimento de água dessa determinada bomba fosse cortado, os seus consumidores não teriam mais contato com a água contaminada. Finalmente, a questão o que mudou? apontaria a tendência da diminuição dos casos da doença, naquela área da cidade, em 1854.

Além das questões básicas tratadas, outro item relevante a ser enfatizado em análise espacial é a matriz geográfica de Brian Berry.

refere-se a um lugar. A interseção de uma linha e de uma coluna dessa matriz define uma célula; cada célula é preenchida por um fato geográfico.

Dessa forma, uma coluna da matriz geográfica representa o conjunto de características de um lugar. Por sua vez, uma linha da matriz geográfica representa uma característica coletada de vários lugares.

Berry (1968) e Abreu (1995) acrescentam que, com base em uma matriz geográfica, é possível estabelecer algumas abordagens de análise regional. Uma coluna, ou parte dela, possibilita o estudo da associação de características de um lugar, ou seja, o inventário locacional. Uma linha, ou parte dela, permite o estudo da distribuição espacial. A comparação de duas ou mais colunas leva ao estudo da diferenciação regional. A comparação de duas ou mais linhas possibilita o estudo de covariação ou associação espacial. O estudo de uma submatriz, empregando as abordagens anteriormente descritas, pode conduzir à identificação de casos que não seguem o padrão regional.

É relevante ressaltar que as abordagens citadas referem-se a fatos geográficos observados em um determinado período de tempo, ou seja, a matriz geográfica deve ser preenchida com fatos geográficos coletados em um mesmo recorte temporal. Todavia, a construção de matrizes geográficas relativas a períodos distintos, conforme ilustrado na figura 5, possibilita análises da variação dos inventários locacionais, das distribuições espaciais, das diferenciações regionais e das associações espaciais.

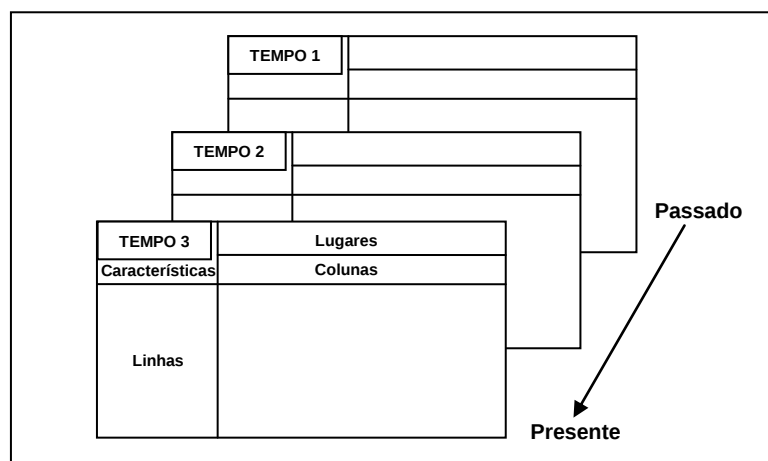


Figura 5 – Matrizes no tempo
Fonte: Berry (1968, p.30) e Abreu (1995, p.155)

O modelo de matriz de Brian Berry exemplifica como os dados de circunscrições eclesiásticas foram organizados utilizando-se um SIG. A diferença entre o modelo de matriz de Brian Berry e um SIG é que neste, os lugares, no caso as circunscrições, estão organizados em linhas e as suas respectivas características em colunas.

2.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ABORDAGEM ADOTADA

Após a exposição sobre o embasamento epistemológico da perspectiva teórico-quantitativa, bem como as definições, bases teóricas e potencialidades dos SIGs, faz-se necessário apresentar algumas considerações sobre a abordagem adotada.

Diante da pluralidade geográfica, o pesquisador deve ter claro para si a qual abordagem este se identifica. Para tal, deve inteirar-se a respeito das discussões de cunho epistemológico. Evidentemente não se deve considerar que uma corrente seja superior ou melhor que a outra. Cada uma das propostas geográficas, e são várias na atualidade, apresenta uma abordagem própria adequada à solução de problemas a que se propõe.

Apesar da pluralidade paradigmática, pode-se afirmar que a identidade da Geografia é mantida. De acordo com Hettner (1895), se fizermos um estudo comparado das ciências, vamos perceber que a unidade de algumas delas é dada por sua matéria ou objeto de estudo, enquanto que, para outras, essa unidade é fornecida pelo método. Em relação à Geografia pode-se afirmar que a sua matéria ou objeto de estudo é o espaço. O espaço como objeto de estudo está presente em todas as abordagens geográficas.

Neste trabalho, é nítida a opção pela corrente quantitativa. Mas não aquela que, nos seus primórdios, encantou-se pelos números ou pelas estatísticas. As técnicas quantitativas devem ser aplicadas quando necessárias, nunca como um fim, mas como um meio de se obterem respostas para os problemas que orientam a pesquisa.

De maneira similar ao mencionado nos pressupostos da abordagem quantitativa, considera-se importante o uso de teorias e modelos nas pesquisas e explicações científicas. As teorias e os modelos constituem visões descritivas e explicativas privilegiadas da realidade, em vista de serem sistemas sintéticos de características estruturais de parcelas importantes dessa realidade. Entretanto, não se deve atribuir um valor supremo e dogmático às teorias e aos modelos. Esses são referenciais privilegiados, mas provisórios. Provisórios, uma vez que os resultados da pesquisa poderão consolidar, aperfeiçoar ou refutar tal teoria ou modelo.

Além de se apoiar em teorias e modelos, o pesquisador deve lançar mão, sempre que necessário, do uso dos SIGs. A utilização dos SIGs como instrumento de organização e modelização dos dados geográficos, de simulação, de testes, de validação e de análise espacial é uma grande evolução e não se deve negligenciar essa possibilidade.

Dessa forma, a aplicação de um SIG para a análise espacial de dados relativos a circunscrições eclesiais seria um instrumento que contribuiria para a tomada de decisões ou para a resolução de problemas de ordem pastoral ou administrativa.

3 MÉTODOS E TÉCNICAS

3.1 TIPOS DE VARIÁVEIS

Mann (2006) afirma que uma variável representa uma característica sob investigação que assume diferentes valores para diferentes elementos. Uma variável pode ser classificada como quantitativa ou qualitativa.

As variáveis que podem ser mensuradas numericamente são denominadas variáveis quantitativas. As variáveis que não podem assumir um valor numérico, mas podem ser classificadas em duas ou mais categorias não numéricas são denominadas qualitativas. Alguns exemplos desse tipo de variável são a cor do cabelo de uma pessoa, o sexo e o estado civil.

Por sua vez, as variáveis quantitativas podem ser classificadas em discretas ou contínuas. As variáveis cujos valores são contáveis são denominadas discretas. Em outras palavras, uma variável discreta pode assumir determinados valores sem valores intermediários. O número de domicílios de certo município, o número de faltas dos alunos de uma instituição de ensino e o número de comunidades católicas de uma paróquia seriam exemplos de variável discreta.

Por outro lado, as variáveis que não podem ser contadas e podem assumir qualquer valor numérico entre dois números são chamadas de contínuas. O peso ou a altura dos habitantes de um distrito e o valor do IDH de um município são exemplos de variável contínua.

A figura 6, a seguir, sintetiza os tipos de variáveis segundo Mann (2006).

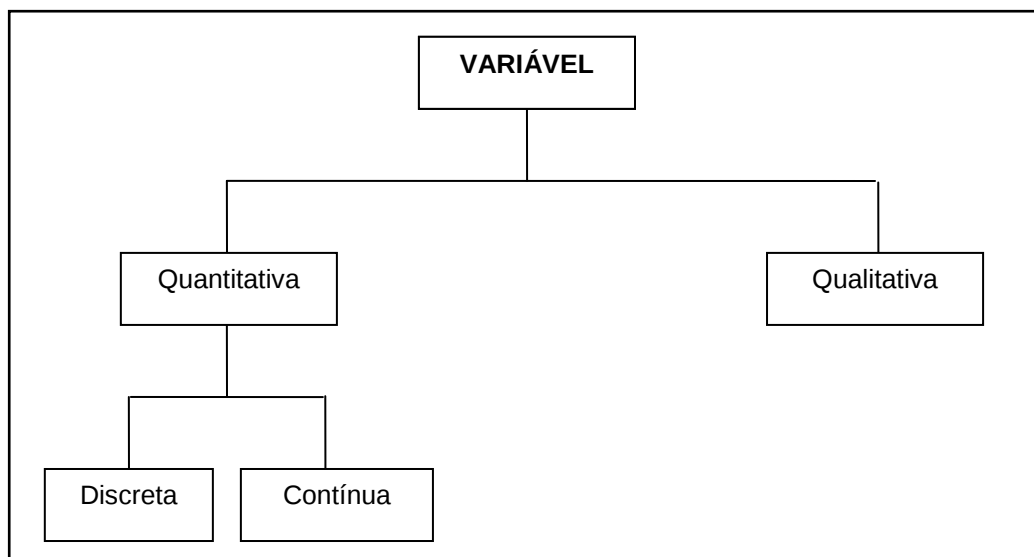


Figura 6: Os tipos de variáveis
Fonte: Mann, 2006, p. 12

Freund (2006) acrescenta que, para facilitar a manipulação de dados, codificam-se os dados qualitativos associando números às diversas categorias. Por exemplo, os possíveis valores para o estado civil de uma pessoa, solteira, casada, viúva ou divorciada, podem ser convertidos em 1, 2, 3 e 4. Dessa forma, podem-se atribuir dados numéricos às variáveis quantitativas e qualitativas. Por sua vez, os dados numéricos podem ser classificados em nominais, ordinais, intervalares ou de razão.

3.1.1 As escalas de mensuração

De acordo com Huot (2002), a formulação de quatro escalas de medida ou de mensuração deve-se ao psicólogo S. S. Stevens. Tais escalas de mensuração são formas de apresentar os valores que uma variável pode tomar.

Por sua vez, Bunchaft, Kellner e Hora (1997) evidenciaram alguns postulados que são básicos para a estruturação das propriedades das escalas de mensuração. O quadro 1, a seguir, apresenta tais propriedades.

Propriedade	Postulado
Identidade	1) Ou $a = b$, ou $a \neq b$ 2) Se $a = b$, então, $b = a$ 3) Se $a = b$ e $b = c$, então $a = c$
Ordem	4) Se $a > b$, então $b < a$ 5) Se $a > b$ e $b > c$, então $a > c$
Aditividade	6) Se $a = p$ e $b = 0$, então $a + b = p$ 7) $a + b = b + a$ 8) Se $a = p$ e $b = q$, então $a + b = p + q$ 9) $(a + b) + c = a + (b + c)$

Quadro 1: Propriedades e postulados

Fonte: BUNCHAFT, KELLNER e HORA, 1997, p. 20

Após a exposição dos postulados necessários à estruturação das propriedades das escalas de mensuração, apresenta-se o quadro 2. Este procura caracterizar cada escala de mensuração, explicitando os postulados e particularidades que se aplicam a cada uma, além de apresentar alguns exemplos.

Escala	Postulados que se aplicam	Observações	Exemplos
NOMINAL	1, 2 e 3	- Envolve o ato de nomear ou rotular. Consiste em colocar indivíduos em categorias. - Os números são usados apenas como código de uma classe ou categoria. - Cada sujeito deve ser colocado em uma, e somente uma, categoria. Portanto, as categorias são mutuamente excludentes. - As categorias devem ser exaustivas. - As categorias não são graduáveis, ordenáveis ou escalonáveis; ou seja, não existe melhor e pior ou maior e menor. - A única operação possível é a contagem de quantos elementos estão presentes em cada categoria.	Estado civil: - Solteiro - Casado - Divorciado - Viúvo Sexo: - masculino - feminino
ORDINAL	1, 2, 3, 4 e 5	- Os números são utilizados para assinalar a posição dos objetos, organizados em categorias que possuem uma hierarquia. - Há uma ordem entre os objetos, mas não a magnitude das diferenças entre valores. - As operações possíveis são a contagem e a comparação.	Classe socioeconômica: - baixa - média - alta Nível de instrução: - fundamental - médio - superior - pós-graduação
INTERVALAR	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9	- Esta escala, ao ser organizada, arbitra o padrão de medida (a unidade de medida), bem como a origem. - Uma mesma medida deve ser mantida entre os objetos; ou seja, existem intervalos iguais entre os vários pontos da escala. - O zero da origem não corresponde ao conjunto vazio ou à falta de observação, mas a um ponto de partida arbitrário ou convencional. - As operações aritméticas possíveis são a contagem, a comparação, a soma e a subtração.	Temperatura média
PROPORCIONAL OU DE RAZÃO	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9	- O zero representa um conjunto vazio ou a ausência de variável medida. - As relações entre os valores numéricos podem expressar razões perfeitamente equivalentes entre si. - Todas as operações aritméticas podem ser empregadas.	Produção de toneladas de cana PIB <i>per capita</i>

Quadro 2: Caracterização das escalas de mensuração

Fonte: LEVIN, 1987, p. 3-6

BUNCHAFT, KELLNER e HORA, 1997, p.21-22

Nos cálculos a serem efetuados posteriormente, serão utilizados alguns dados dos 23 municípios da Mesorregião do Vale do Mucuri, exemplos de variáveis com dados relativos ao Estado de Minas Gerais nas quatro escalas de mensuração. Os dados desses municípios são o número do partido político que venceu a eleição para a Prefeitura Municipal em 2004, a posição ocupada pelo Município na unidade da federação a que pertence em relação ao seu IDH-M em 2000, o valor da massa socioeconômica do Município e a renda *per capita* municipal em reais no ano 2000. A tabela 1 apresenta os valores dos dados dos municípios da Mesorregião do Vale do Mucuri descritos anteriormente.

TABELA 1
Dados dos municípios do Vale do Mucuri – Minas Gerais

Código do Município	Nome do Município	Partido Político⁴	Classificação	Massa Socio-econômica	Renda Per capita
310090	Águas Formosas	15	770	0.94729	114.60
310470	Ataléia	40	736	0.91108	111.82
310660	Bertópolis	13	846	0.85326	89.75
311370	Carlos Chagas	45	629	0.97370	164.23
311545	Catuji	25	803	0.84638	82.69
312015	Crisólita	13	844	0.83384	90.54
312675	Franciscópolis	45	824	0.83601	71.10
312680	Frei Gaspar	14	804	0.84591	83.94
312705	Fronteira dos Vales	45	835	0.85611	70.91
313230	Itaipé	11	786	0.86377	100.39
313700	Ladainha	45	820	0.87943	72.04
313890	Machacalis	25	772	0.87347	106.59
313920	Malacacheta	11	738	0.95053	119.33
314430	Nanuque	15	512	1.20164	226.23
314535	Novo Oriente de Minas	15	847	0.84015	80.07
314620	Ouro Verde de Minas	23	814	0.86685	98.74
314850	Pavão	45	683	0.87293	103.49
315240	Pote	25	767	0.90433	98.90
315765	Santa Helena de Minas	13	842	0.83336	83.33
316555	Setubinha	14	853	0.83973	73.34
316670	Serra dos Aimorés	14	731	0.89187	130.35
316860	Teófilo Otoni	13	343	1.73869	210.25
317030	Umburatiba	45	810	0.84179	116.42

Fonte: IBGE, FJP, PPG-TIE

⁴ Números e Siglas dos Partidos Políticos: 11-PP, 13-PT, 14-PTB, 15-PMDB, 23-PPS, 25-DEM, 40-PSB e 45-PSDB.

Cabe ressaltar que a coluna “Partido Político” está preenchida com dados na escala nominal, pois os números somente rotulam uma categoria não ordenável. A próxima coluna, denominada “Classificação”, possui os dados na escala ordinal, já que esses assinalam uma posição segundo um arranjo hierárquico, sem, contudo, denotar uma magnitude da diferença dos valores. Por exemplo, o fato de Teófilo Otoni ocupar a posição 343 e Águas Formosas a 770, não implica que o IDH-M de Teófilo Otoni seja 427 unidades maior que o de Águas Formosas. A coluna “Massa Socioeconômica” está preenchida com dados na escala intervalar, já que são iguais os intervalos entre os vários pontos da escala, mas o valor zero da origem é arbitrário, sendo unicamente um ponto de partida. A última coluna, da “Renda *Per Capita*” exemplifica dados na escala proporcional, já que o valor zero significa ausência de renda, e os valores dessa coluna expressam razões equivalentes entre si.

Após a caracterização das escalas de mensuração, pode-se então discorrer sobre as medidas de tendência central e as de dispersão.

3.2 MEDIDAS DE TENDÊNCIA CENTRAL

Para Bunchaft, Kellner e Hora (1997) as medidas de tendência central constituem maneiras diversas de determinar um único número representativo de uma série. Por sua vez, Freund (2006) afirma que tais medidas de alguma forma descrevem o meio ou o centro dos dados.

As medidas de tendência central mais comumente abordada nos livros de estatística são a moda, a mediana e a média aritmética.⁵

3.2.1 Moda

Martins e Donaire (1979) definem moda como o valor mais frequente em um conjunto de dados. Entretanto, Bunchaft, Kellner e Hora (1997) evidenciam que a moda nem sempre representa a maioria no total de resultados. Além disso, complementam que uma série cuja moda não existe é denominada amodal e que uma série que apresenta mais de uma moda é chamada de multimodal.

Para se calcular a moda da coluna “Partido Político” da tabela 1, é necessário construir uma lista de frequências para obter o valor que mais se repete.

⁵ Somente serão explicitadas as fórmulas para dados não agrupados.

TABELA 2
Lista de frequências

Partido Político	Frequência
11	2
13	4
14	3
15	3
23	1
25	3
40	1
45	6

De acordo com a lista de frequências, o valor que mais se repete é o 45. Logo, a moda para esse conjunto de dados é o 45.

Apesar de o cálculo da moda poder ser efetuado para as demais colunas da tabela 1, não será obtido algum valor para essa medida de tendência central. Evidentemente, isso ocorre porque nessas séries de dados não houve repetição de valores, sendo cada uma das três colunas uma série amodal.

3.2.2 Mediana

Segundo Levin (1987), a mediana é a medida de tendência central que corta a distribuição em duas partes iguais, ou seja, é o valor que divide a distribuição, de tal forma que, de ambos os lados, há igual quantidade de dados.

Para Bunchaft, Kellner e Hora (1997), a mediana é o valor central dos valores ordenados. Assim, além de constituir um valor representativo da distribuição, estabelece um limite que separa a metade superior da metade inferior.

Martins e Donaire (1979) afirmam que, colocando os valores de uma série de dados com n elementos em ordem crescente, a mediana é o elemento que ocupa o lugar central. Caso n for ímpar, a mediana será o elemento central de ordem $\frac{n+1}{2}$. Por outro lado, se n for par, a mediana será a média entre os elementos centrais de ordem $\frac{n}{2}$ e $\frac{n}{2}+1$.

Para se obter a mediana dos dados da tabela 1 é necessário ordenar os dados de cada coluna. A mediana será o valor que ocupar a posição $\frac{n+1}{2}$, posto que o número n de municípios é igual a 23, um número ímpar. Dessa forma, o elemento que ocupar a 12ª posição será a mediana.

A mediana não poderá ser obtida para a coluna “Partido Político” porque esses dados estão na escala nominal, e os números que representam o Partido Político simplesmente nomeiam ou rotulam e, como tal, não permitem uma ordenação. Para as demais colunas ordenadas, o valor da mediana está na 12ª posição, de acordo com o quadro 3, a seguir.

Posição	Nome do Município	Classificação	Nome do Município	Massa Socio-econômica	Nome do Município	Renda <i>Per capita</i>
1	Teófilo Otoni	343	Santa Helena de Minas	0.83336	Fronteira dos Vales	70.91
2	Nanuque	512	Crisólita	0.83384	Franciscópolis	71.10
3	Carlos Chagas	629	Franciscópolis	0.83601	Ladainha	72.04
4	Pavão	683	Setubinha	0.83973	Setubinha	73.34
5	Serra dos Aimorés	731	Novo Oriente de Minas	0.84015	Novo Oriente de Minas	80.07
6	Ataléia	736	Umburatiba	0.84179	Catuji	82.69
7	Malacacheta	738	Frei Gaspar	0.84591	Santa Helena de Minas	83.33
8	Pote	767	Catuji	0.84638	Frei Gaspar	83.94
9	Águas Formosas	770	Bertópolis	0.85326	Bertópolis	89.75
10	Machacalis	772	Fronteira dos Vales	0.85611	Crisólita	90.54
11	Itaipé	786	Itaipé	0.86377	Ouro Verde de Minas	98.74
12	Catuji	803	Ouro Verde de Minas	0.86685	Poté	98.90
13	Frei Gaspar	804	Pavão	0.87293	Itaipé	100.39
14	Umburatiba	810	Machacalis	0.87347	Pavão	103.49
15	Ouro Verde de Minas	814	Ladainha	0.87943	Machacalis	106.59
16	Ladainha	820	Serra dos Aimorés	0.89187	Ataléia	111.82
17	Franciscópolis	824	Poté	0.90433	Águas Formosas	114.60
18	Fronteira dos Vales	835	Ataléia	0.91108	Umburatiba	116.42
19	Santa Helena de Minas	842	Águas Formosas	0.94729	Malacacheta	119.33
20	Crisólita	844	Malacacheta	0.95053	Serra dos Aimorés	130.35
21	Bertópolis	846	Carlos Chagas	0.97370	Carlos Chagas	164.23
22	Novo Oriente de Minas	847	Nanuque	1.20164	Teófilo Otoni	210.25
23	Setubinha	853	Teófilo Otoni	1.73869	Nanuque	226.23

Quadro 3: Dados ordenados para cálculo da mediana

Conforme exposto no quadro 3, o valor da mediana da variável “Classificação” é 803. O valor da mediana da variável “Massa socioeconômica” é 0.86685 e o valor da mediana da variável “Renda *Per Capita*” é 98.90.

3.2.3 Média aritmética

A medida de tendência central mais popular que o leigo chama de “média” e que o estatístico denomina de média aritmética deve ser calculada, segundo Freund (2006), de acordo com a fórmula 1, a seguir.

Fórmula 1 – Média aritmética

Média aritmética = (soma de todos os valores / número de valores)

$$\text{Média aritmética para dados da população} = \mu = \frac{\sum x}{N}$$

$$\text{Média aritmética para dados da amostra} = \bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

N = tamanho da população

n = tamanho da amostra

μ = média aritmética da população

$\bar{x}$ = média aritmética da amostra

O cálculo da média aritmética para os dados da tabela 1 só deverá ser efetuado para as colunas “Massa Socioeconômica” e “Renda *Per Capita*”. Para o cálculo da média aritmética é necessário efetuar um somatório dos dados da série e somente essas duas colunas estão nas escalas de mensuração que permitem esse tipo de operação, a escala intervalar e a escala proporcional, respectivamente.

Dessa forma, o cálculo da média aritmética para essas duas séries de valores é o seguinte.

$$\mu_{\text{Massa socioeconômica}} = \frac{21.30211}{23} = 0.92618$$

$$\mu_{\text{Renda per capita}} = \frac{2499.06}{23} = 108.65 \text{ reais}$$

As medidas de tendência central não revelam uma visão completa de todo o cenário de um conjunto de dados. Dois conjuntos de dados que têm a mesma média aritmética podem encerrar dispersões muito diferentes. Faz-se necessário apresentar outro tipo de medida que forneça algumas informações sobre a variação entre valores de dados.

3.3 MEDIDAS DE DISPERSÃO

As medidas de dispersão buscam captar as oscilações em torno de um valor central. Portanto, quanto mais os dados se diferem uns dos outros, maior será seu grau de variabilidade, e quanto mais os dados se afastam da medida central, menos esta pode ser uma medida representativa desses dados, afirmam Bunchaft, Kellner e Hora (1997).

Freund (2006) acrescenta que a dispersão de um conjunto de dados é pequena se os valores estão bem concentrados em torno da média e que a dispersão é grande se os valores estão muito espalhados em torno da média.

Dessa forma, o conjunto das medidas de tendência central, aliado às medidas de dispersão, fornece um melhor panorama para uma série de dados. As medidas de dispersão discutidas neste trabalho são a amplitude, a variância, o desvio padrão e o coeficiente de dispersão.

3.3.1 Amplitude

Para Bunchaft, Kellner e Hora (1997), a amplitude proporciona uma ideia clara do campo de variação dos valores de uma distribuição. Para o cálculo da amplitude, basta efetuar a diferença entre o maior e o menor valor de uma série de dados.

A fórmula 2 da amplitude **A** está descrita a seguir.

Fórmula 2 – Amplitude

$$A = x_{\text{máx}} - x_{\text{mín}}$$

$x_{\text{máx}}$ = valor máximo da série

$x_{\text{mín}}$ = valor mínimo da série

Apesar de, aparentemente, as colunas “Partido Político” e “Classificação” permitirem o cálculo da diferença entre o “maior” e o “menor” valor de cada série, a amplitude não deverá ser calculada.

A coluna “Partido Político” tem os valores na escala nominal. Aos números que simplesmente rotulam os partidos não se aplica a operação aritmética da subtração. Os dados da coluna “Classificação” estão na escala ordinal e, da mesma maneira que na coluna “Partido Político”, a subtração não se aplica.

O cálculo da amplitude das colunas “Massa Socioeconômica” e “Renda *Per Capita*” é o seguinte.

$$A_{\text{Massa socioeconômica}} = (1.73869 - 0.83336) = 0.90533$$

$$A_{\text{Renda per capita}} = (226.23 - 70.91) = 155.32 \text{ reais}$$

3.3.2 Variância e desvio padrão

O desvio padrão informa quão próximo os valores de um conjunto de dados estão agrupados em torno da média aritmética. Um valor baixo para o desvio padrão indica que os valores daquele conjunto de dados estão dispersos ao longo de uma amplitude relativamente menor em torno da média aritmética, afirma Mann (2006).

O desvio padrão é obtido extraindo-se a raiz quadrada positiva da variância. O cálculo da variância é efetuado de acordo com a fórmula 3, a seguir:

Fórmula 3 – Variância e desvio padrão

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x - \mu)^2}{N} \text{ e } s^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}$$

σ^2 = variância da população

s^2 = variância da amostra

$(x - \mu)$ ou $(x - \bar{x})$ = desvio do valor de x em relação à média aritmética

Então,

Desvio padrão da população = $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$

Desvio padrão da amostra = $s = \sqrt{s^2}$

Pode-se facilmente verificar que a soma dos desvios dos valores de x em relação à média aritmética é sempre igual a zero; ou seja, $\sum (x - \mu) = 0$ e $\sum (x - \bar{x}) = 0$. Por essa razão, elevam-se os desvios ao quadrado para o cálculo da variância e do desvio padrão.

Para reduzir erros de arredondamento e o tempo de cálculo, utilizam-se fórmulas de atalho para a variância e para o desvio padrão como descrito a seguir.

Fórmula 4 – Variância e desvio padrão

$$\sigma^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}}{N} \text{ e } s^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}$$

σ^2 = variância da população

s^2 = variância da amostra

Desvio padrão da população = $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$

Desvio padrão da amostra = $s = \sqrt{s^2}$

Utilizando a fórmula longa ou a fórmula de atalho, o cálculo do desvio padrão envolve o somatório entre valores da série. Logo, o cálculo do desvio padrão somente deverá ser efetuado para dados na escala intervalar ou proporcional. Assim, para os dados da tabela 1, o valor do desvio padrão será calculado para a “massa socioeconômica” e para a “renda *per capita*”.

Massa socioeconômica:

Cálculo do desvio padrão, segundo a fórmula longa

$\mu_{\text{Massa socioeconômica}} = 0.92618$, conforme calculado anteriormente.

Massa socioeconômica	$x - \mu$	$(x - \mu)^2$
0.83336	-0.09282	0.00862
0.83384	-0.09234	0.00853
0.83601	-0.09017	0.00813
0.83973	-0.08645	0.00747
0.84015	-0.08603	0.00740
0.84179	-0.08439	0.00712
0.84591	-0.08027	0.00644
0.84638	-0.07980	0.00637
0.85326	-0.07292	0.00532
0.85611	-0.07007	0.00491
0.86377	-0.06241	0.00389
0.86685	-0.05933	0.00352
0.87293	-0.05325	0.00284
0.87347	-0.05271	0.00278
0.87943	-0.04675	0.00219
0.89187	-0.03431	0.00118
0.90433	-0.02185	0.00048
0.91108	-0.01510	0.00023
0.94729	0.02111	0.00045
0.95053	0.02435	0.00059
0.97370	0.04752	0.00226
1.20164	0.27546	0.07588
1.73869	0.81251	0.66017
Σ		0.82675

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x - \mu)^2}{N} = \frac{0.82675}{23} = 0.03595$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{0.03595} = 0.18959$$

Cálculo do desvio padrão, segundo a fórmula de atalho

Massa socioeconômica	x^2
0.83336	0.69449
0.83384	0.69528
0.83601	0.69892
0.83973	0.70515
0.84015	0.70585
0.84179	0.70861
0.84591	0.71556
0.84638	0.71636
0.85326	0.72806
0.85611	0.73293
0.86377	0.74610
0.86685	0.75144
0.87293	0.76200
0.87347	0.76295
0.87943	0.77339
0.89187	0.79544
0.90433	0.81781
0.91108	0.83006
0.94729	0.89736
0.95053	0.90350
0.97370	0.94809
1.20164	1.44393
1.73869	3.02304
Σ 21.30211	20.55631

$$\sigma^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}}{N} =$$

$$= \frac{20.55631 - \frac{(21.30211)^2}{23}}{23} = \frac{20.55631 - \frac{453.77978}{23}}{23} = \frac{20.55631 - 19.72956}{23} = \frac{0.82675}{23} = 0.03595$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{0.03595} = \boxed{0.18959}$$

Renda per capita

Cálculo do desvio padrão, segundo a fórmula longa

$\mu_{\text{Renda per capita}} = 108.65$, conforme calculado anteriormente.

Renda per capita	$x - \mu$	$(x - \mu)^2$
70.91	-37.74	1424.26
71.10	-37.55	1410.07
72.04	-36.61	1340.58
73.34	-35.31	1247.01
80.07	-28.58	816.76
82.69	-25.96	673.69
83.33	-25.32	641.06
83.94	-24.71	610.35
89.75	-18.90	357.06
90.54	-18.11	328.04
98.74	-9.91	98.15
98.90	-9.75	95.16
100.39	-8.26	68.27
103.49	-5.16	26.59
106.59	-2.06	4.25
111.82	3.17	10.03
114.60	5.95	35.37
116.42	7.77	60.39
119.33	10.68	114.15
130.35	21.70	470.94
164.23	55.58	3088.79
210.25	101.60	10322.56
226.23	117.58	13825.71

Σ **37069.26**

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x - \mu)^2}{N} = \frac{37069.26}{23} = 1611.71$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{1611.71} = 40.15 \text{ reais}$$

Cálculo do desvio padrão, segundo a fórmula de atalho

Renda per capita	x^2
70.91	5028.32
71.10	5055.07
72.04	5189.19
73.34	5378.31
80.07	6411.37
82.69	6838.38
83.33	6944.02
83.94	7046.71
89.75	8055.77
90.54	8197.14
98.74	9750.19
98.90	9780.23
100.39	10077.64
103.49	10710.88
106.59	11361.27
111.82	12503.13
114.60	13132.61
116.42	13553.94
119.33	14240.61
130.35	16991.45
164.23	26970.46
210.25	44205.07
226.23	51181.28
Σ 2499.06	308603.05

$$\sigma^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}}{N} =$$

$$= \frac{308603.05 - \frac{(2499.06)^2}{23}}{23} = \frac{308603.05 - \frac{6245277.23}{23}}{23} = \frac{308603.05 - 271533.79}{23} = \frac{37069.26}{23} = 1611.71$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{1611.71} = \boxed{40.15} \text{ reais}$$

Conforme esperado, o valor do desvio padrão calculado, segundo a fórmula longa ou a de atalho, foi o mesmo.

3.3.3 Coeficiente de dispersão

O desvio padrão como medida de dispersão depende das unidades de medida. Se estivéssemos pesando bebês de 1 ano de idade, um desvio padrão de 5 kg, refletiria uma variação considerável, mas isso não seria tão relevante se pesássemos adultos na faixa de 40 anos de idade. O interessante nessa situação seria usar uma medida de dispersão relativa adimensional expressa em percentual. Para isso, deve-se utilizar o coeficiente de dispersão. O coeficiente de dispersão expressa o desvio padrão como uma porcentagem do que está sendo medido (FREUND, 2006).

O coeficiente de dispersão **V** é definido pela seguinte fórmula.

Fórmula 5 – Coeficiente de dispersão

$$V = \frac{s}{x} \cdot 100\% \quad \text{ou} \quad V = \frac{\sigma}{\mu} \cdot 100\%$$

Para o cálculo do coeficiente de dispersão devem-se utilizar dados no nível proporcional, pois se trata de uma divisão cujo numerador e denominador envolvem dados das séries.

Cálculo do coeficiente de dispersão **V** para a renda *per capita*:

$$V = \frac{\sigma}{\mu} = \frac{40.15}{108.65} \cdot 100\% = \boxed{36.95\%}$$

3.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE MEDIDAS E ESCALAS

Após a caracterização das escalas de mensuração e a definição e exemplificação das medidas de tendência central e das medidas de dispersão, podem-se estabelecer quais medidas são apropriadas a cada escala. Apesar de, paulatinamente, essa atividade ter sido realizada ao longo deste trabalho, isso será exposto de uma maneira mais objetiva neste momento. Para tal, levou-se em consideração a caracterização das escalas de mensuração, especialmente as operações aritméticas oportunas a cada escala.

A moda requer apenas o conhecimento das frequências, logo essa pode ser calculada para qualquer conjunto de dados, seja esse do nível nominal, ordinal, intervalar ou proporcional.

A mediana requer uma ordenação de categorias. Por essa razão, não pode ser obtida a partir de dados nominais, já que somente essa escala de mensuração não permite a aplicação desse postulado. Entretanto, para dados ordinais, intervalares ou proporcionais, faz sentido calcular a mediana.

O cálculo da média aritmética somente deverá ser aplicado para dados intervalares ou proporcionais, já que somente essas duas escalas permitem a soma entre dados da série.

A amplitude de uma série de dados envolve a subtração, logo é apropriado para essa medida de dispersão utilizar dados nas escalas intervalar e proporcional.

O desvio padrão envolve a operação de soma entre valores da série de dados, portanto, para esse cálculo devem-se empregar dados na escala intervalar ou proporcional.

Finalmente, para determinar o coeficiente de dispersão, os dados deverão estar na escala proporcional, já que esse cálculo envolve a divisão entre valores da série.

Sinteticamente, o quadro 4 estabelece quais medidas são apropriadas a cada escala de mensuração.

		Escalas de mensuração			
		Nominal	Ordinal	Intervalar	Proporcional
Medidas de tendência central	Moda	X	X	X	X
	Mediana		X	X	X
	Média aritmética			X	X
Medidas de dispersão	Amplitude			X	X
	Desvio padrão			X	X
	Coeficiente de dispersão				X

Quadro 4: Escalas de mensuração apropriadas às medidas de tendência central e de dispersão

Após a exposição sobre escalas de mensuração, medidas de tendência central e medidas de dispersão, será apresentada uma revisão sobre projeções cartográficas.

3.5 PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS

Um dos objetivos da cartografia é criar uma redução da Terra para que se possa observá-la e compreendê-la. Uma das maneiras de alcançar esse objetivo é construindo um globo terrestre. Em termos geométricos, ao se construir um globo terrestre, o que se modifica é o tamanho, mas as relações de ângulos e de distâncias e áreas relativas são mantidas. Por outro lado, o manuseio, o custo e a reprodução de um globo terrestre são algumas desvantagens em relação aos mapas. Os mapas, por serem planos, eliminam os problemas de se lidar com um objeto de superfície esférica. Além disso, a maioria dos mapas permite a construção de mapas temáticos que nos conduzem a deduzir conceitos, o que seria de muita dificuldade lidando com globos.

De uma maneira geral, o processo de transformação de um globo terrestre em um mapa plano é chamado de projeção. O termo projeção deriva do fato de que muitos métodos de transformação são realizados por meio da projeção geométrica de pontos da superfície esférica sobre uma superfície plana, afirmam Robinson e Sale (1969).

Os livros de cartografia trazem a definição formal de projeção cartográfica. A seguir, apresenta-se uma lista de algumas definições para o termo, segundo alguns autores.

3.5.1 Definições

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística explica que

A confecção de uma carta exige, antes de tudo, o estabelecimento de um método, segundo o qual, a cada ponto da superfície da Terra corresponda um ponto da carta e vice-versa. Diversos métodos podem ser empregados para se obter essa correspondência de pontos, constituindo os chamados sistemas de projeções (IBGE, 1999, p.29).

Libault afirma:

Uma definição universal de “Projeção” seria: uma correspondência matemática entre as coordenadas plano-retangulares da carta e as coordenadas esféricas da Terra. Alguns sistemas correspondem a combinações geométricas simples, mas, geralmente trata-se de expressões puramente abstratas. (LIBAULT, 1975, p.105)

Marrero define que

As projeções respondem a cálculos matemáticos muito complicados, porém a ideia geral de sua construção podemos explicá-las assim: imaginemos uma esfera oca,..., sobre cuja superfície transparente tenham sido desenhados os paralelos e meridianos. Se se coloca uma luz no interior e se situa uma folha de papel junto à esfera, sobre o papel se projetarão as linhas dos meridianos e dos paralelos. Segundo a forma em que se situe o papel, variará a disposição das linhas projetadas. (Marrero *apud* Santos, 1989, p. 16)

Longley *et al.* (2001) sugerem que uma forma de se pensar sobre uma projeção cartográfica seria a de que essa transforma uma posição na superfície da Terra, identificada pela sua latitude e longitude, em uma posição em coordenadas cartesianas (x,y).

As definições sobre projeções cartográficas indicam que existem dois métodos pelos quais é obtida a correspondência dos pontos das duas superfícies, os métodos geométrico e analítico. Muzzarelli e Abreu (2003) afirmam que o método geométrico, usado sobretudo no passado, é aquele que pode ser verdadeiramente denominado de projeção, porque é baseado nas leis da geometria projetiva. Para o método analítico, cabe melhor o termo

representação. Entretanto, na linguagem usual, utiliza-se o termo projeção para os dois métodos.

Apesar do emprego de cálculos sofisticados e de complexos programas de computador para a construção de projeções nas últimas décadas, na Antiguidade Clássica, os gregos já racionalizavam sobre esse assunto.

3.5.2 Um pouco de história

Robinson e Sale (1969) contam que os primeiros pensamentos sobre projeções da superfície esférica da Terra em uma superfície plana ocorreram na Antiguidade Clássica, nos séculos seguintes após a constatação da esfericidade de nosso planeta. Além disso, informam que muitas projeções foram concebidas como solução de problemas interessantes em vez de resposta a um problema utilitário. Algumas das projeções comuns foram originalmente trabalhadas por autores clássicos e somente ressurgiram após mil anos ou mais, quando sua utilidade foi justificada. Um exemplo seria o das projeções gnomônica, ortográfica e estereográfica. Estas foram delineadas antes de Cristo, mas somente empregadas 1 500 anos depois.

Por sua vez, Ptolomeu incluiu uma seção sobre projeções cartográficas e forneceu direções para a sua construção em sua famosa obra. Durante a Idade Média, no mundo ocidental, o conhecimento sobre projeções sofreu muitas perdas. Entretanto, nesse mesmo período, no mundo árabe a Geografia e a cartografia permaneceram vivas. No século XV, Ptolomeu foi redescoberto e o mundo ocidental progrediu na cartografia, tornando-se uma época da

renascença para essa área do conhecimento. Foi nesse período que a projeção de Mercator foi concebida. Nos quatro séculos após Mercator ter apresentado a sua projeção, a cartografia progrediu imensamente, bem como as projeções cartográficas. No século XIV, a necessidade da utilização de mapas aumentou consideravelmente, bem como o desenvolvimento de novas projeções. Atualmente existe um número ilimitado de projeções que se podem escolher.

Snyder (1987) acrescenta que grande parte das projeções mais utilizadas teve origem entre os séculos XVI e XIX, e que algumas variações foram desenvolvidas no século XX.

Entretanto, Santos (1989) enfatiza que a representação da superfície terrestre em um plano acarreta deformações e, conseqüentemente, os mapas são representações aproximadas da superfície terrestre.

3.5.3 Deformações

Uma simples analogia utilizada para exemplificar a existência de deformações ou distorções ao se construir uma projeção é o da casca de laranja. Ao se tentar coincidir a casca de uma laranja com a superfície plana de uma mesa, a casca ficará distorcida. Esse exemplo, apesar de ser uma representação grosseira das projeções cartográficas, denota a impossibilidade da construção de uma projeção livre de deformações (IBGE, 1999).

Uma projeção ideal seria aquela que atendesse a três propriedades: conformidade, equivalência e equidistância. A propriedade da conformidade é

aquela que mantém verdadeira a forma das áreas a serem representadas. A equivalência é a propriedade que mantém as áreas inalteradas. A equidistância é a propriedade que mantém constante as relações entre as distâncias dos pontos representados e as dos seus correspondentes (IBGE, 1999). Libault (1975) completa que, na projeção conforme, um pequeno círculo da superfície terrestre será representado por círculos de diferentes raios. Já na projeção equivalente, esse mesmo pequeno círculo da superfície terrestre será representado por elipses mais ou menos achatadas, mas de mesma área.

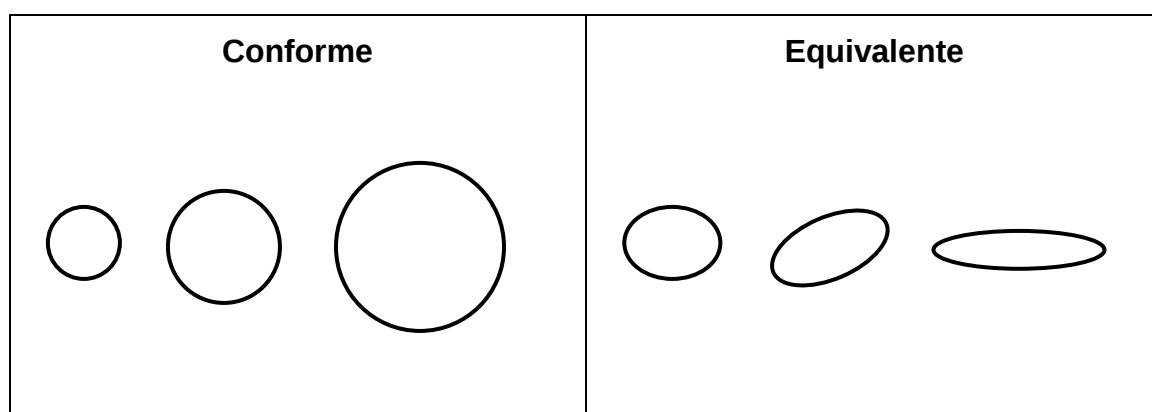


Figura 7 – Representações conforme e equivalente de um círculo da superfície da Terra
Fonte: Libault, 1975, p.106

Construir uma projeção que atenda a todas as propriedades descritas é uma impossibilidade. Dessa maneira, Snyder (1987) acrescenta que o cartógrafo deve escolher a característica que manterá correta em detrimento das demais.

Conforme já citado anteriormente, o número de projeções cartográficas existente é ilimitado. Usualmente, é utilizado um sistema de classificação das projeções que as agrupe de acordo com características particulares.

3.5.4 Classificação

Devido ao grande número de projeções cartográficas publicadas e a infinidade de possíveis projeções teóricas, muita atenção foi empregada em sua classificação para que aqueles que lidam com tal assunto não se desorientem com tanta variedade. Em geral, os sistemas de classificação propostos baseiam-se nas propriedades da projeção, tais como equivalência, conformidade, equidistância, etc. Outros propõem a classificação das projeções cartográficas de acordo com o tipo de construção (cilíndrica, cônica, planar), sugere Snyder (1987).

Segundo IBGE (1999), as projeções cartográficas podem ser classificadas quanto ao método de construção, quanto à superfície de projeção, quanto às propriedades e quanto ao tipo de contato entre as superfícies de projeção e referências. Neste trabalho, a classificação adotada é a sugerida por esse Instituto. O quadro 5 e as figuras 8, 9, 10, 11, 12 e 13, a seguir, apresentam uma síntese da classificação das projeções cartográficas, de acordo com a proposta do IBGE.

Tipo de Classificação		Descrição
Quanto ao método de construção	Geométricas	Baseiam-se em princípios geométricos projetivos. Podem ser obtidas pela interseção, sobre a superfície de projeção, do feixe de retas que passa por pontos da superfície de referência partindo de um centro perspectivo (ponto de vista).
	Analíticas	Baseiam-se em formulação matemática obtidas com o objetivo de se atender a condições previamente estabelecidas. Esse é o caso da maior parte das projeções existentes.
Quanto à superfície de projeção	Planas (Azimutais)	Pode assumir três posições básicas em relação à superfície de referência: polar, equatorial e oblíqua (figura 9).
	Cônicas	A superfície de projeção, que é o cone, pode ser desenvolvida em um plano sem distorções. A sua posição em relação à superfície de referência pode ser: normal, transversal e oblíqua (figura 10).
	Cilíndricas	A superfície de projeção, que é o cilindro, pode ser desenvolvida em um plano sem distorções. A sua posição em relação à superfície de referência pode ser: equatorial, transversal e oblíqua (figura 11).
	Polissuperficiais	Caracterizam-se pelo emprego de mais do que uma superfície de projeção (do mesmo tipo) para aumentar o contato com a superfície de referência e diminuir as deformações (figura 12).
Quanto às propriedades	Equidistantes	Não apresentam deformações lineares para algumas linhas em especial. Os comprimentos são representados em escala uniforme.
	Conformes ⁶	Representam, sem deformação, todos os ângulos em torno de quaisquer pontos e, decorrentes dessa propriedade, não deformam pequenas regiões.
	Equivalentes ⁷	Têm a propriedade de não alterarem as áreas, conservando-se uma relação constante com as suas correspondentes na superfície terrestre.
	Afiláticas	As áreas, os ângulos e os comprimentos não são conservados.
Quanto ao tipo de contato entre as superfícies de projeção e referências	Tangentes	A superfície de projeção é tangente à de referência. O plano tem contato em um só ponto. O cone ou o cilindro são tangenciais ao longo de uma linha (figura 13).
	Secantes	A superfície de projeção secciona a superfície de referência. O plano corta em uma linha. O cone corta em duas linhas desiguais. O cilindro corta em duas linhas iguais. (figura 13).

Quadro 5: Classificação das projeções cartográficas

Fonte: IBGE (1999)

⁶ Snyder (1987) informa que outra denominação para a propriedade conforme seria ortomórfica. Em grego *orthos* significa correta e *morphe* significa forma.

⁷ Outras denominações para a propriedade equivalente seriam homolográfica (do grego *homalos* = igual e *graphos* = escrever) ou autálica (do grego *autos* = mesmo e *ailos* = área)

Muzzarelli e Abreu (2003) completam que os pontos de vista das projeções geométricas em relação ao plano de projeção se classificam em gnomônica, estereográfica, cenográfica e ortográfica. Na projeção gnomônica, o ponto de vista se encontra no centro da Terra. Na projeção estereográfica, o ponto de vista está diametralmente oposto ao ponto de tangência do plano de projeção. Na projeção cenográfica, o ponto de vista é externo à Terra e está localizado a uma distância finita sobre a normal ao ponto de projeção. Finalmente, na projeção ortográfica, o ponto de vista também se localiza externamente à Terra, porém a uma distância infinita dela. A figura 8 apresenta as projeções segundo a posição do ponto de vista.

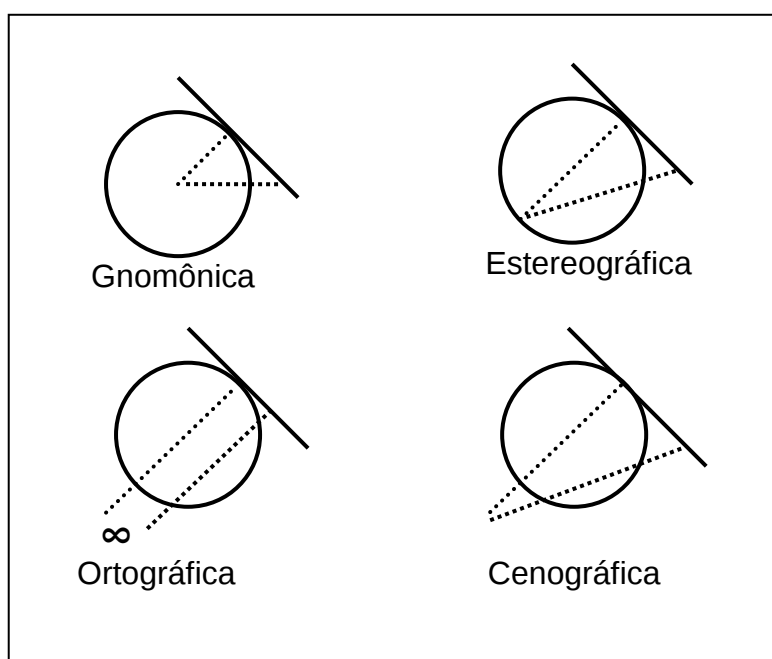


Figura 8 - Projeções segundo a posição do ponto de vista
Fonte: Muzzarelli e Abreu, 2003, p. 34

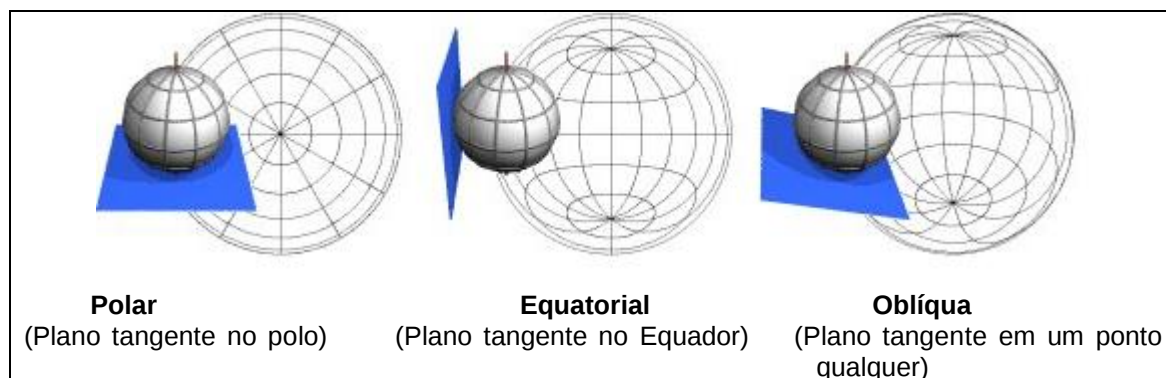


Figura 9 – Posições da superfície de projeção plana
Fonte: Furuti, 2008

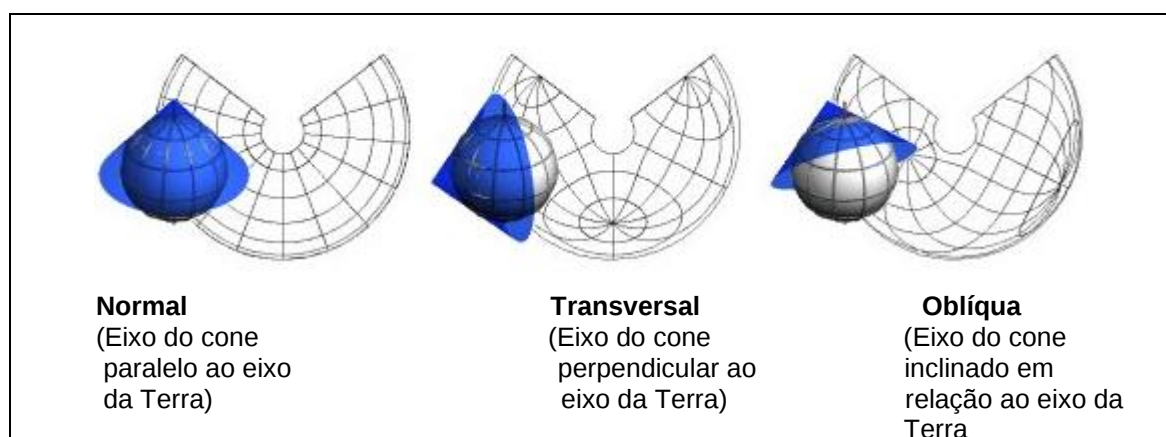


Figura 10 – Posições da superfície de projeção cônica
Fonte: Furuti, 2008

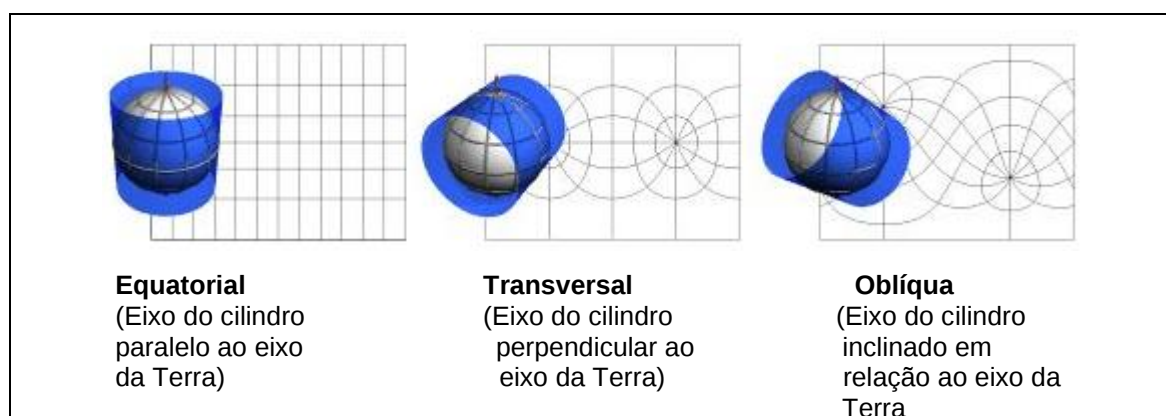


Figura 11 – Posições da superfície de projeção cilíndrica
Fonte: Furuti, 2008

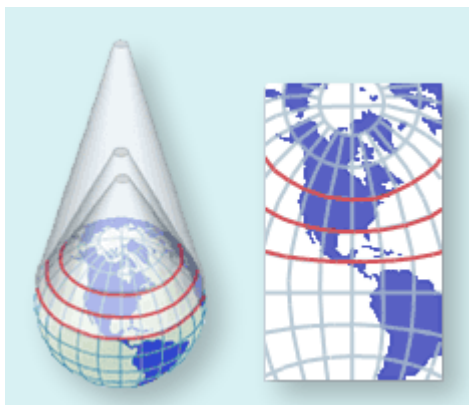


Figura 12 – Superfície de projeção polissuperficial - policônica
Fonte: USA, 2007

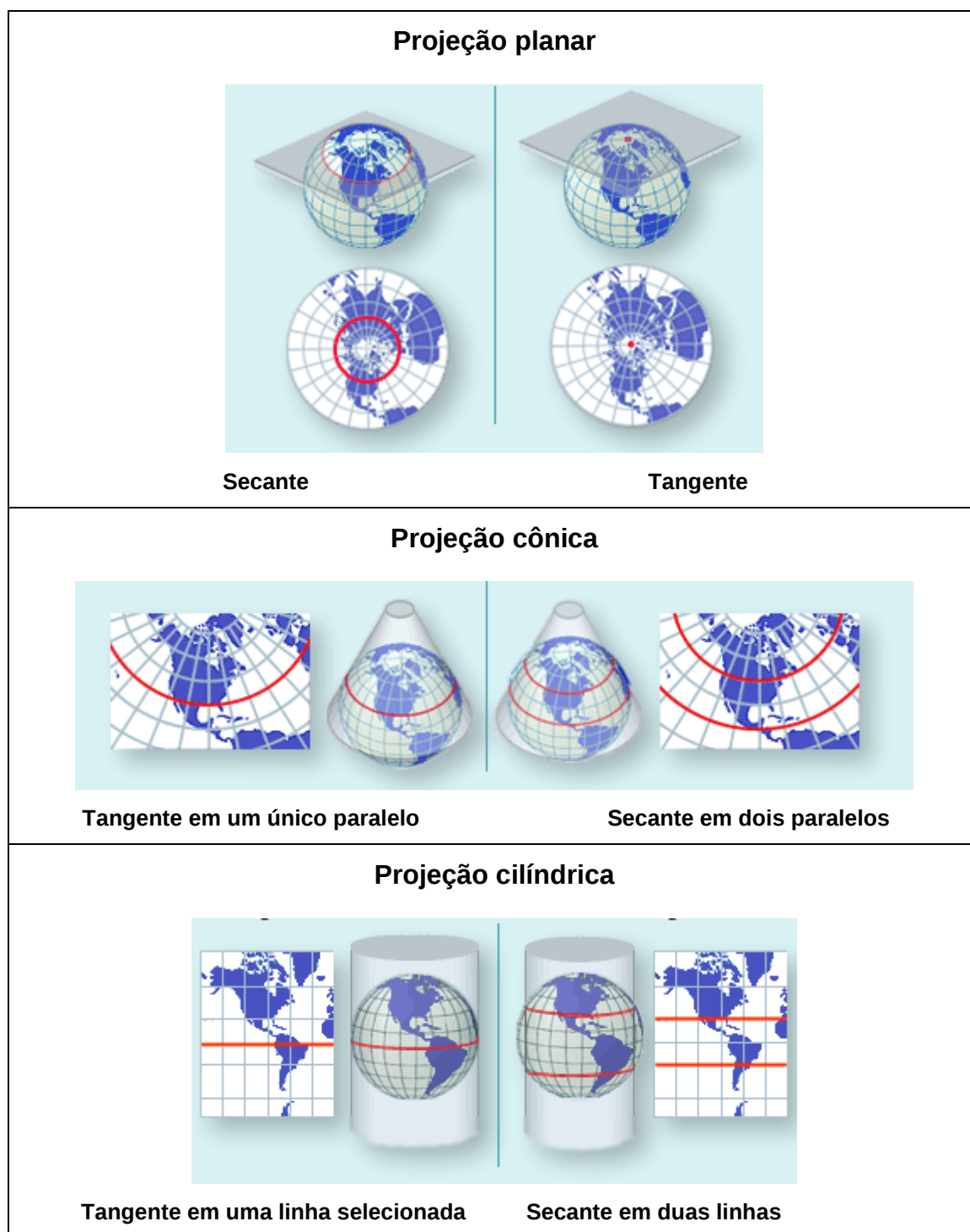


Figura 13 – Projeções quanto ao tipo de contato entre as superfícies de projeção e referência

Fonte: USA, 2007

3.5.5 Sólidos que representam a superfície terrestre

Elmiro (2001) afirma que a forma da superfície terrestre é bastante complexa, porém para fins de representação pode-se simplificá-la em algumas formas regulares, como o geoide, o elipsoide de revolução ou a esfera.

O geoide seria a forma verdadeira da Terra, extraíndo-se as montanhas e os vales. Esses elementos podem ser subtraídos nessa representação porque são considerados relativamente pequenos em relação ao diâmetro da Terra. Não existe uma definição matemática para o geoide, mas a sua forma é aproximadamente esférica, com suaves ondulações e achatada nos polos.

O elipsoide de revolução é definido como o sólido geométrico gerado por uma elipse que gira em torno de seu eixo menor. Essa é a forma padrão considerada pela Geodesia em trabalhos de precisão.

A esfera é uma representação simplificada do geoide, pois desconsidera o achatamento dos polos. A justificativa para desprezar o achatamento dos polos é a de que, proporcionalmente, esse é desprezível em relação ao diâmetro da Terra. A esfera é a forma considerada para cálculos auxiliares e trabalhos simplificados.

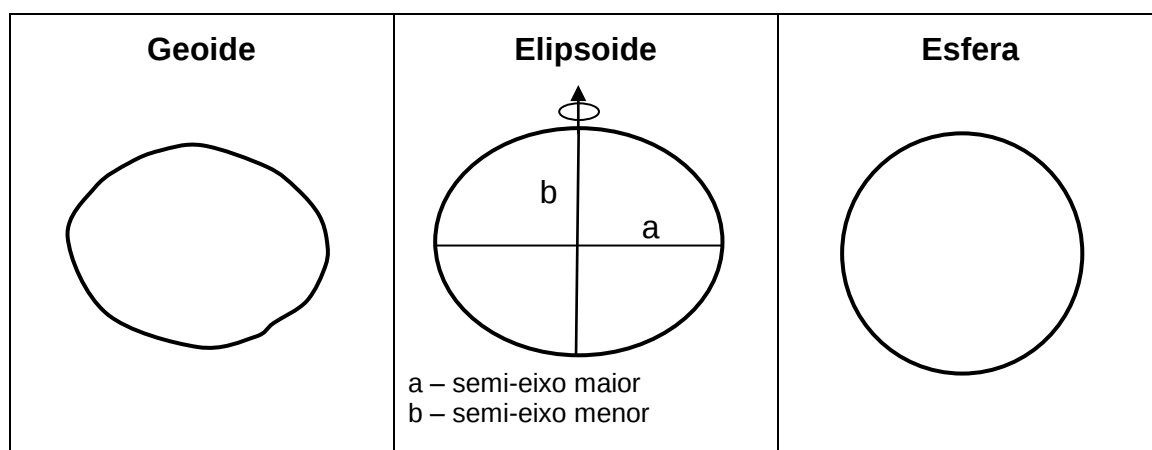


Figura 14 – Formas geométricas dos sólidos que representam a superfície terrestre
 Fonte: Elmiro, 2001, p. 8

3.5.6 Fator de escala

Conforme já citado, não é possível transformar a superfície esférica da Terra em um plano sem provocar deformações no resultado final. Com base nessa afirmação, Robinson e Sale (1969) concluem que a escala será correta somente em alguns pontos ou ao longo de algumas linhas particulares. Nas demais áreas do mapa, a escala será maior ou menor que a escala representada.

A redução e a transformação da superfície esférica em um plano são obtidas em duas etapas: (1) a redução da Terra para um globo terrestre em uma escala selecionada; (2) a transformação desse globo terrestre em um plano. A escala do mapa será a escala do globo terrestre e será denominada escala nominal. Entretanto, a escala real do mapa variará de lugar para lugar, com exceção de alguns pontos ou linhas particulares. O fator de escala (k) é uma razão entre a escala nominal e a escala real, e a sua fórmula é a seguinte:

Fórmula 6 – Fator de escala

$$K = (\text{denominador da escala nominal}) / (\text{denominador da escala real})$$

$K \rightarrow$ fator de escala

Um fator de escala $K = 2$ significa que a escala real é duas vezes a escala nominal. Deve-se ter em mente que quanto maior o denominador em uma escala nominal, menor é a escala.

Um exemplo da aplicação da fórmula do fator de escala k :

Dados:

A escala nominal = 1 : 30 000 000 e a escala real = 1 : 60 000 000.

Calcule K :

$$K = 30\,000\,000 / 60\,000\,000 = 0,5$$

Um fator de escala $k = 0,5$ significa que a escala real é a metade da escala nominal.

Cabe observar que fatores de escala nessa magnitude só ocorrem em mapas do mundo em pequenas escalas. Em mapas de grandes escalas, o fator de escala variará pouco em relação à unidade.

Após a exposição da definição e da classificação das projeções cartográficas e de suas respectivas características, é possível apresentar algumas projeções usuais.

3.6 ALGUMAS PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS USUAIS

A obra de John Snyder (1987), *Map projections – a working manual*, descreve a filosofia e a história das projeções, as suas principais características, a forma como são utilizadas, além de apresentar os cálculos matemáticos. Esse *Paper* profissional foi a inspiração dessa parte do trabalho e grande parte das ideias aqui discutidas tem como fonte esse manual. Outras fontes que eventualmente foram consultadas terão a sua referência explicitada ao longo do texto.

3.6.1 Projeção de Mercator

Mercator (1512-1594) foi um cartógrafo holandês que primeiro utilizou o termo “atlas” para descrever uma coleção de mapas em um volume e também foi o primeiro que nomeou a América do Norte em um mapa de 1538.

A projeção que leva seu nome foi apresentada pelo próprio Mercator em 1569, em um grande mapa do mundo de 21 seções totalizando 1,3m X 2m.

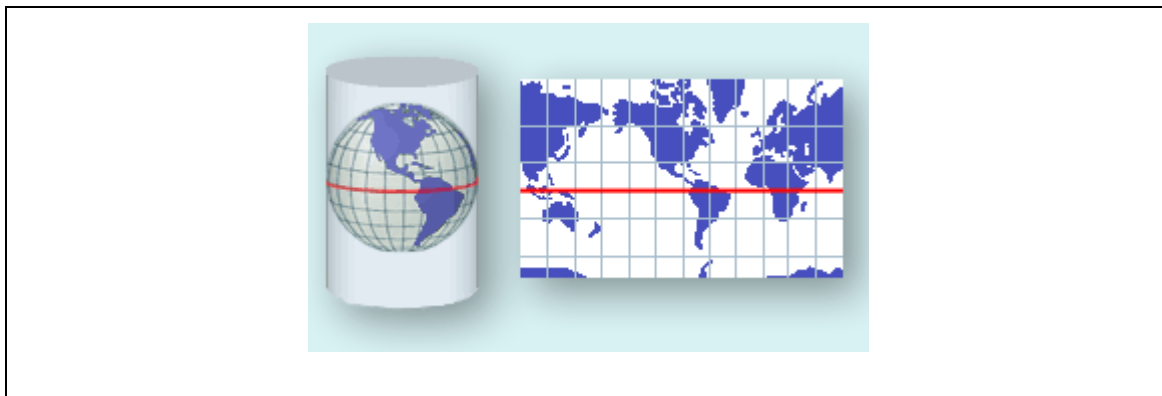


Figura 15 – Projeção de Mercator
Fonte: USA, 2007

Conforme se pode observar na figura 15, a superfície de projeção é um cilindro tangente ao equador, tratando-se então de uma projeção cilíndrica e conforme. Os meridianos da projeção de Mercator são linhas paralelas equidistantes. Os paralelos aumentam a distância entre si até os polos e são linhas horizontais que cortam os meridianos formando um ângulo reto entre si. O espaçamento entre os paralelos em certa latitude na esfera é proporcional à secante da latitude. O equador está traçado em uma grandeza verdadeira, portanto a escala é verdadeira ao longo dessa linha. Os polos estão no infinito e há uma distorção de área nas regiões polares.

A grande distorção de área nessa projeção conduz a conceitos errôneos, caso essa seja a base principal de mapas do mundo que se utilize. Por exemplo, a clássica comparação de áreas entre a Groenlândia e a América do Sul pode levar a um erro. Nessa projeção a Groenlândia aparece maior, apesar de ser 1/8 da área da América do Sul. Além disso, os polos Norte e Sul não podem ser observados, pois estão a uma distância infinita dos outros paralelos na projeção, dando a impressão de que são inacessíveis. Por essa razão,

desde a segunda metade do século XX estão sendo utilizadas outras projeções para mapas do mundo nas publicações dos atlas.

Entretanto a projeção de Mercator é fundamental para o desenvolvimento das projeções cartográficas, especialmente para as que são conforme.

A projeção de Mercator produz erros muito pequenos nas áreas próximas ao equador. Uma alteração na posição do cilindro, sofrendo uma rotação de 90° em relação ao equador e coincidindo com o meridiano central desejado, tornou-se uma opção útil. Essa variação da projeção de Mercator recebe o nome de transversa de Mercator e será discutida a seguir.

3.6.2 Projeção transversa de Mercator

A projeção transversa de Mercator na forma esférica foi criada pelo matemático e cartógrafo Johan Heinrich Lambert (1728-1777). Lambert desenvolveu sete novas projeções e as descreveu em sua obra clássica, *Beiträge*. A projeção transversa de Mercator é uma das projeções apresentadas nessa obra de 1772.

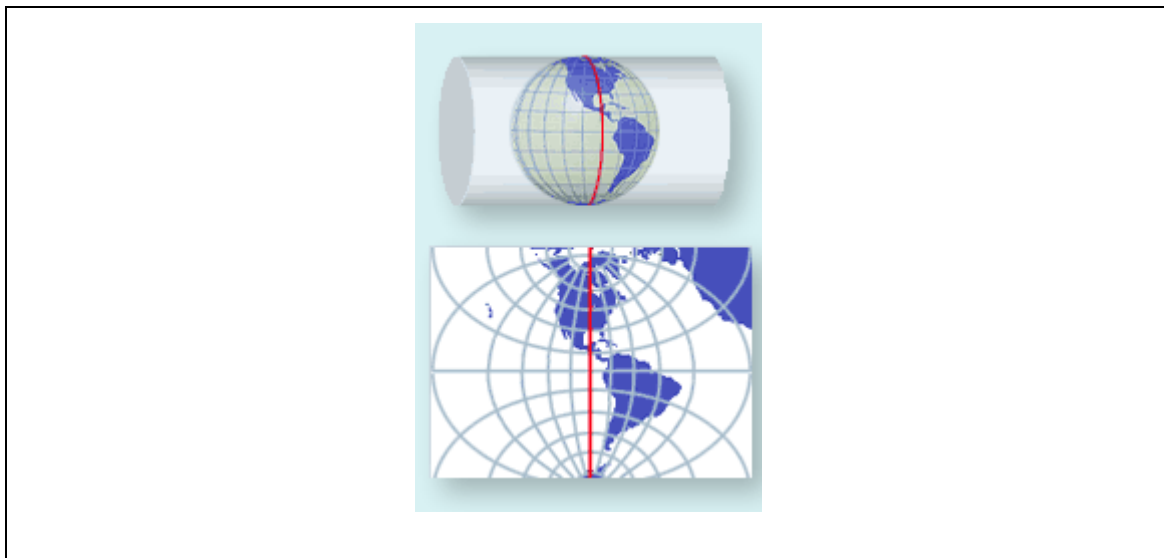


Figura 16 – Projeção transversa de Mercator
Fonte: USA, 2007

A superfície de projeção na transversa de Mercator é um cilindro tangente a um determinado meridiano, como se pode observar na figura 16. Trata-se então de uma projeção analítica, cilíndrica, conforme e tangente a um meridiano.

O meridiano de tangência, o equador e cada meridiano distante 90° do meridiano central são linhas retas. Os demais paralelos e meridianos são curvas complexas.

A escala se torna infinita a 90° do meridiano central. Todavia, a escala é verdadeira ao longo do meridiano central. Sendo assim, essa projeção é uma boa escolha para apresentar regiões cuja extensão norte-sul seja predominante, já que a escala ao longo do meridiano central é constante.

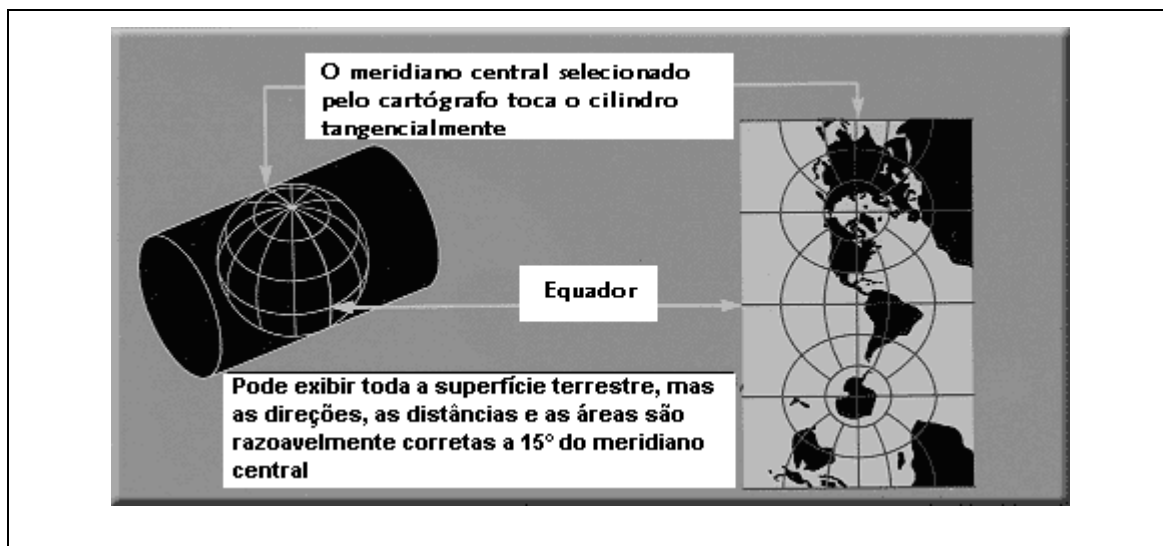


Figura 17 – Projeção transversa de Mercator
 Fonte: USA, 2000

Uma modificação da projeção transversa de Mercator é a projeção universal transversa de Mercator, que será apresentada a seguir.

3.6.3 Projeção universal transversa de mercator – UTM

Libault (1975) relata que esse sistema de projeção foi proposto pelos Estados Unidos em 1950. Por outro lado, Gripp (1988) afirma que, em 1951, a Associação Geodésica e Geofísica Internacional sugeriu a adoção de um sistema único para todo o mundo. No Brasil esse sistema vem sendo adotado pelo IBGE para o mapeamento sistemático do País desde 1955.

De maneira similar à projeção transversa de Mercator, o eixo do cilindro de revolução da projeção UTM é perpendicular ao eixo terrestre, porém a superfície de projeção é secante ao globo. Pode-se então caracterizar a projeção UTM como cilíndrica, conforme e secante (IBGE, 1999).

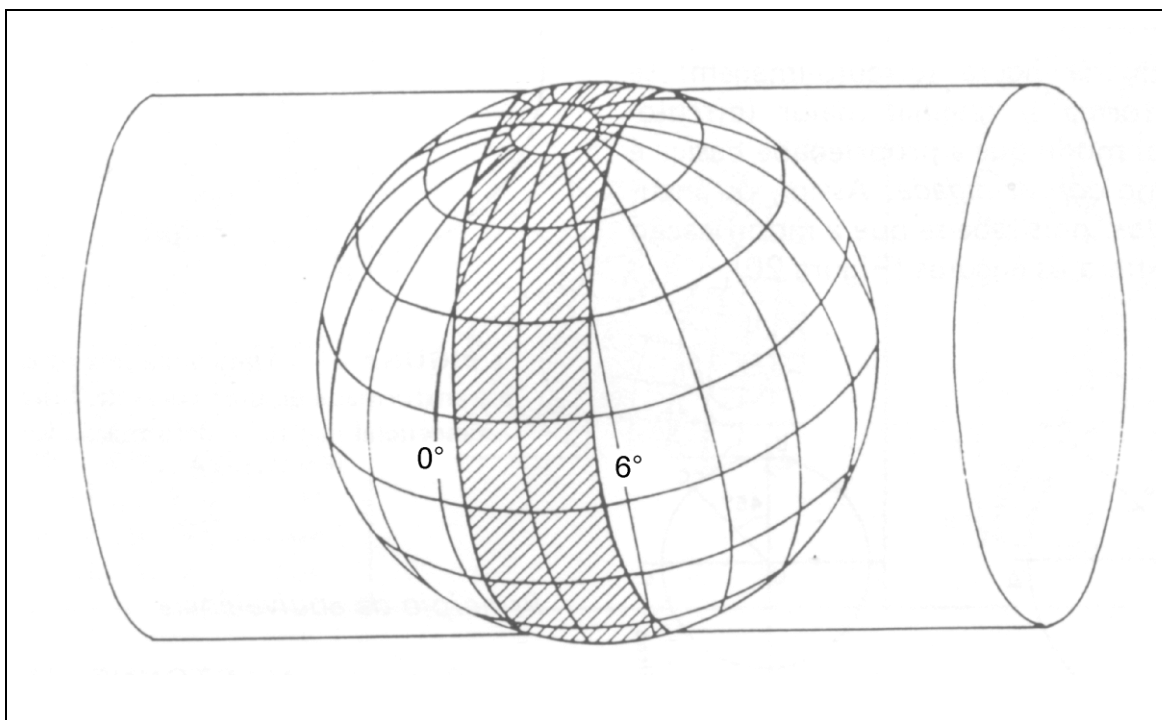


Figura 18 – Cilindro secante a um esferóide
Fonte: Santos, 1989

Elmiro (2001) expõe que, devido ao fato da superfície de projeção ser secante ao elipsoide, dois meridianos cortam o cilindro. Ao longo desses dois meridianos, não ocorrem deformações da projeção, e o fator de escala k é igual a 1. A área entre os meridianos de secância sofre uma redução de escala, logo $k < 1$. As áreas externas aos meridianos de secância sofrem uma ampliação na escala, e o valor de K é maior que 1. Ao longo de um meridiano central equidistante dos dois meridianos secantes, ocorre o coeficiente de redução máxima cujo valor constante é de 0,9996.

Gripp (1988) indica que, na construção do sistema de projeção UTM, divide-se o elipsoide em 60 fusos de 6° . Os limites dos fusos são meridianos múltiplos de 6° . Os limites das latitudes são os paralelos de 80° S e de 84° N. Os fusos são numerados de 1 a 60 a partir do antimeridiano de Greenwich seguindo para leste. Cada um desses fusos terá um meridiano central, cuja interseção com o equador será a origem do sistema cartesiano de coordenadas.

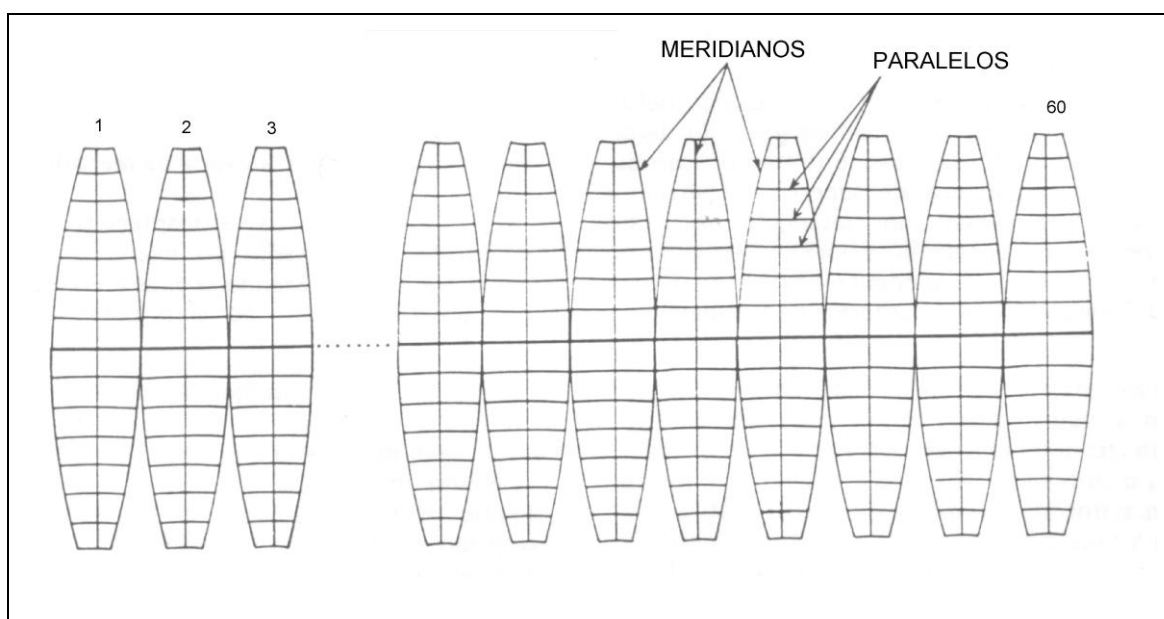


Figura 19 – Zonas do sistema UTM
Fonte: Santos, 1989

O meridiano central de cada fuso é o eixo das ordenadas e o equador é o eixo das abscissas. Para que não ocorram valores negativos para as coordenadas UTM, a origem do sistema cartesiano no eixo das abscissas assume o valor de 500 000 m. No eixo das ordenadas, a origem assume o valor 10 000 000 m para pontos localizados no hemisfério Sul. Para pontos localizados no hemisfério Norte, a origem do eixo das ordenadas assume o

valor 0 m. As constantes $E = 500\,000\text{ m}$ e $N = 10\,000\,000\text{ m}$ são denominadas Falso Este e Falso Norte, respectivamente.

Castro (1996) indica que, sobre o fuso, é definido um sistema de quadriculado. A equidistância do quadriculado dependerá da escala da carta. Nas cartas topográficas do IBGE, na escala 1 : 25 000 a equidistância do quadriculado é de 1 km. Na escala 1 : 50 000, a equidistância é de 2 km. Na escala 1 : 100 000, a equidistância é de 4 km.

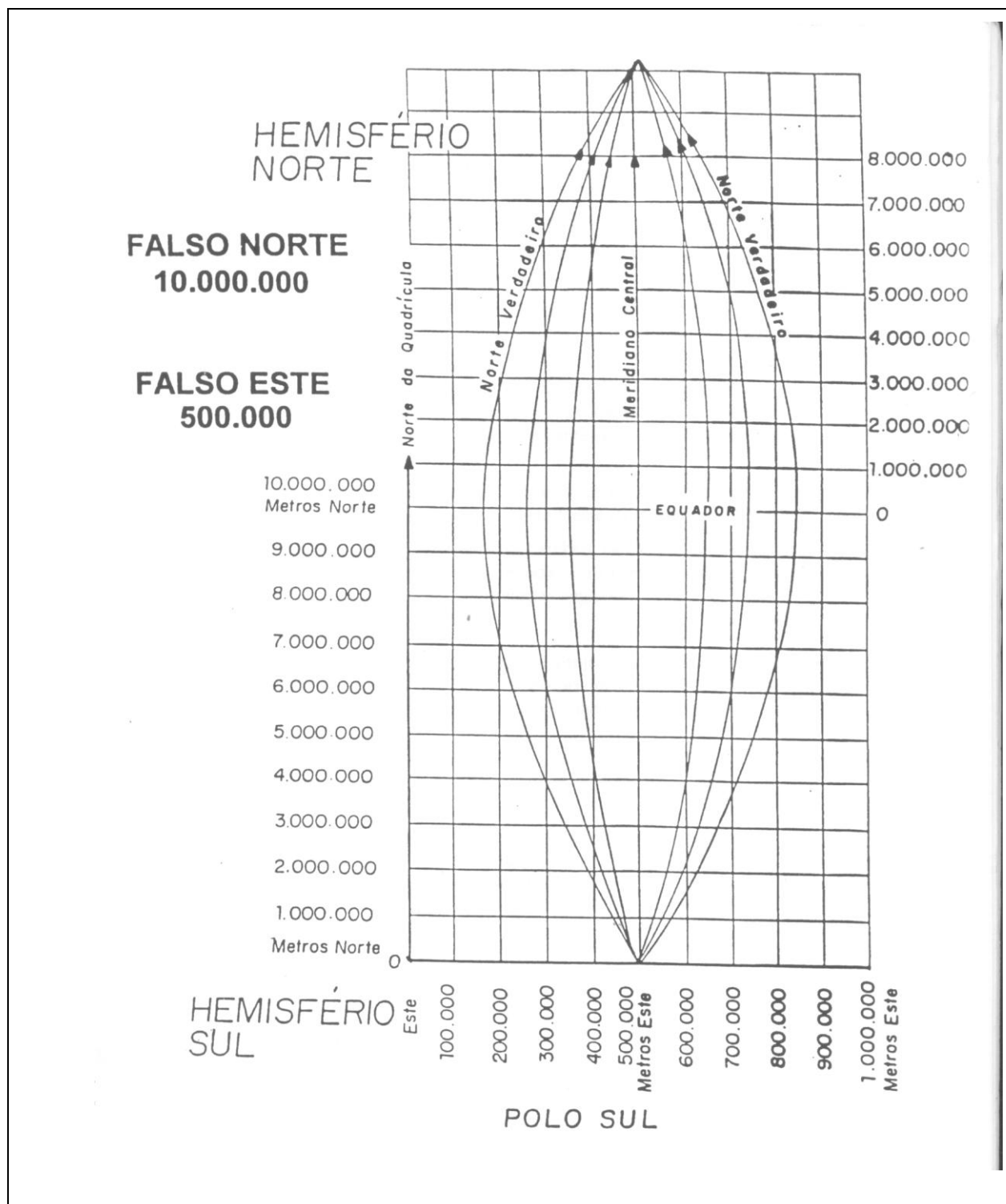


Figura 20 – Valores de origem pra cálculos de coordenadas em uma zona UTM
 Fonte: Elmiro, 2001

A caracterização do sistema UTM descrita acima permite, a partir de agora, tecer algumas considerações gerais a respeito dessa projeção.

Devido ao fato de, os limites dos fusos não serem superiores a 80° S e a 84° N, o sistema UTM não é utilizado para representar as regiões polares. No sistema UTM o equador é uma linha reta na direção leste-oeste. O meridiano central é uma linha reta na direção norte-sul. Os paralelos são curvas cuja concavidade está voltada para os polos. Os meridianos são curvas de concavidade voltada para o meridiano central, afirma Gripp (1988).

Além dessas considerações, o IBGE (1999) complementa que essa projeção é indicada para regiões de predominância na extensão norte-sul, que é a mais indicada para o mapeamento topográfico em grande escala e que esse é o sistema adotado para o mapeamento sistemático brasileiro.

Outro sistema de projeção de largo uso em cartografia é a projeção cônica conforme de Lambert. Tal como o sistema UTM, essa projeção também apresenta deformações muito pequenas. Entretanto, de maneira oposta ao sistema UTM não é padronizada para o globo inteiro, explica Gripp (1988).

3.6.4 Projeção cônica conforme de Lambert

A projeção cônica conforme de Lambert foi mais uma das projeções apresentada por esse autor em sua obra *Beiträge*. Esse sistema de projeção permaneceu negligenciado por um bom tempo desde seu lançamento. Entretanto foi resgatado pelos franceses para a confecção de seus mapas de batalha da Primeira Grande Guerra. Os franceses se referem a essa projeção simplesmente por Lambert. Em alguns atlas, principalmente os britânicos, essa projeção é denominada de cônica ortomórfica. Posteriormente, em 1962, a projeção cônica conforme de Lambert foi adotada na confecção da Carta

Internacional do Mundo ao Milionésimo. Como o próprio nome indica, essa carta foi confeccionada na escala 1 : 1 000 000 e representa áreas entre as latitudes 84° N e 80° S.

A superfície de projeção desse sistema é um cone que intercepta o globo terrestre em duas linhas de contato. Essas duas linhas de contato entre a superfície cônica e o globo terrestre são identificadas como paralelos-padrão.

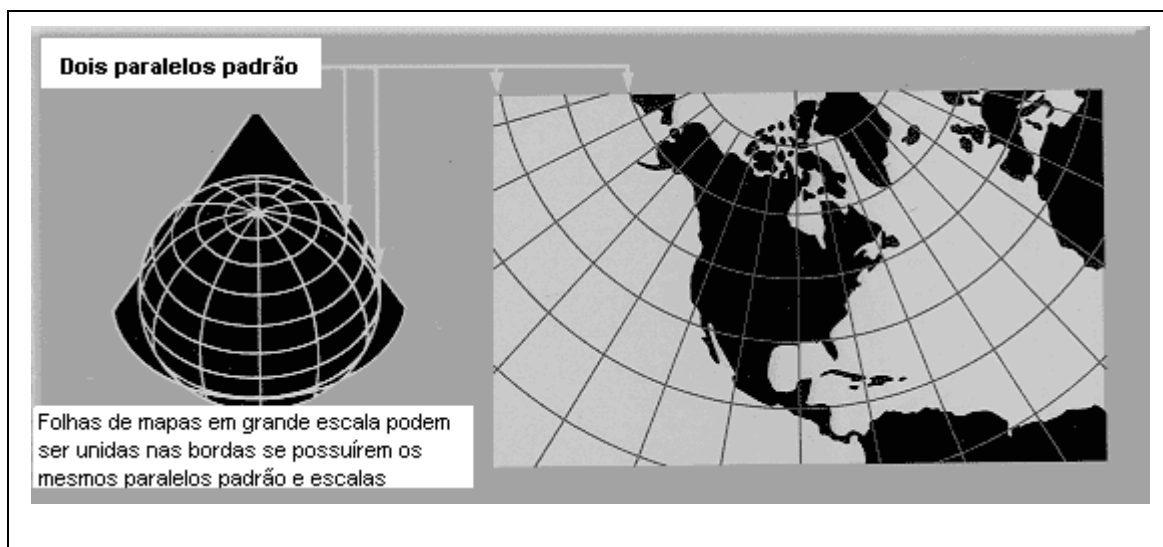


Figura 21 – Projeção cônica conforme de Lambert
Fonte: USA, 2000

A projeção cônica conforme de Lambert é classificada como analítica, cônica, conforme e secante.

Nesse sistema, o polo é um ponto e se encontra no mesmo hemisfério que os paralelos-padrão. O outro polo não é representado e se encontra no infinito. Os paralelos são arcos de círculos concêntricos. Os meridianos são os raios desses círculos, ou seja, são linhas retas convergentes que interceptam os paralelos em ângulos retos. A escala é verdadeira ao longo dos paralelos-padrão. Dessa forma, o fator de escala k nos paralelos-padrão assume o valor 1. Na área entre os paralelos, k é menor que 1 e, na área externa aos paralelos, é maior que 1.

Esse sistema de projeção é indicado para regiões que se estendam na direção leste-oeste, porém pode ser utilizado em quaisquer latitudes.

3.7 CONSIDERAÇÕES SOBRE PROJEÇÕES

A grande diversidade do número de projeções nos permite escolher a mais adequada para uma finalidade. Não se pode dizer que exista a melhor projeção ou que uma é melhor que outra. A escolha de uma projeção dependerá dos objetivos a serem alcançados com o mapa a ser confeccionado. Logo, o cartógrafo ou geógrafo deverá conhecer os princípios das várias projeções e adotar a mais adequada.

O professor de Geografia, especialmente dos cursos fundamental e médio, no exercício de sua prática educativa deve estar atento ao tipo de projeção adotada nos mapas que utiliza. Projeções que provoquem uma deformação considerável nas áreas relativas de alguns países não devem ser utilizadas repetidamente, pois há o custo envolvido de se formar um conceito errôneo de configuração espacial. Caso não seja possível, o professor deve explicar o tipo de projeção adotada e informar suas características e distorções.

A exposição acerca de projeções cartográficas realizada permite informar que grande parte das bases cartográficas utilizadas na confecção dos mapas deste trabalho está na projeção UTM.

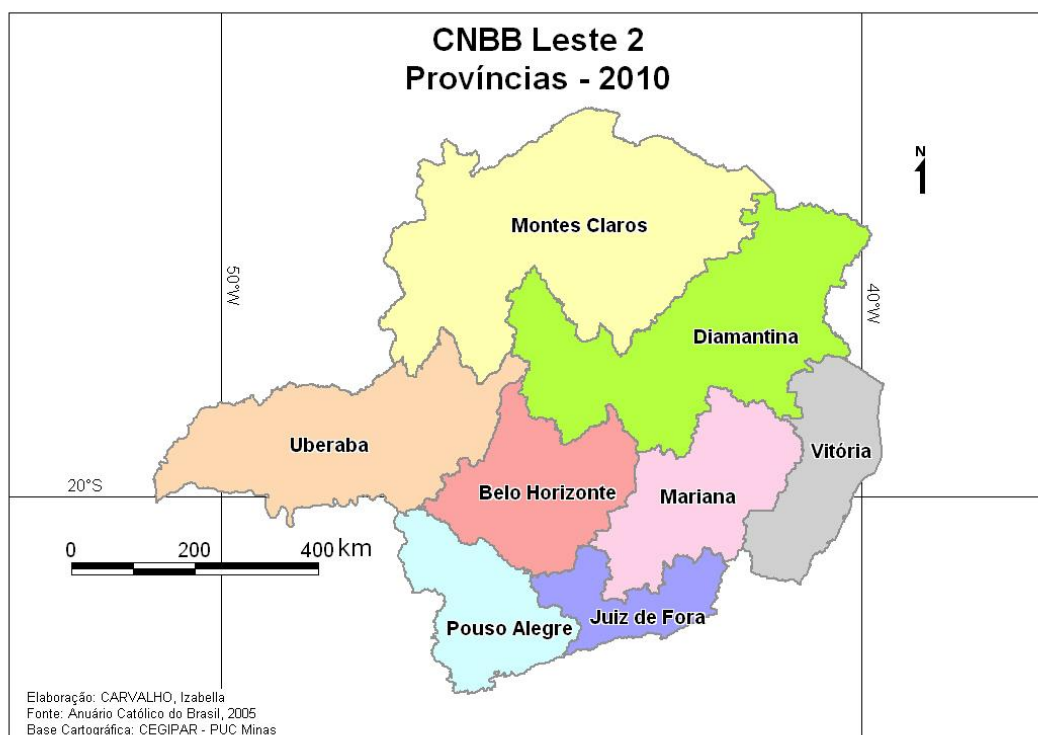
Antes de apresentar a aplicação de um SIG às circunscrições eclesiásticas, deve-se indicar àqueles que desconhecem os passos elementares da construção de mapas por meio de um programa de

computador e que têm o desejo de manipular tais aplicativos a leitura dos capítulos 3 e 4 de Carvalho (2005).

4 - APLICAÇÕES

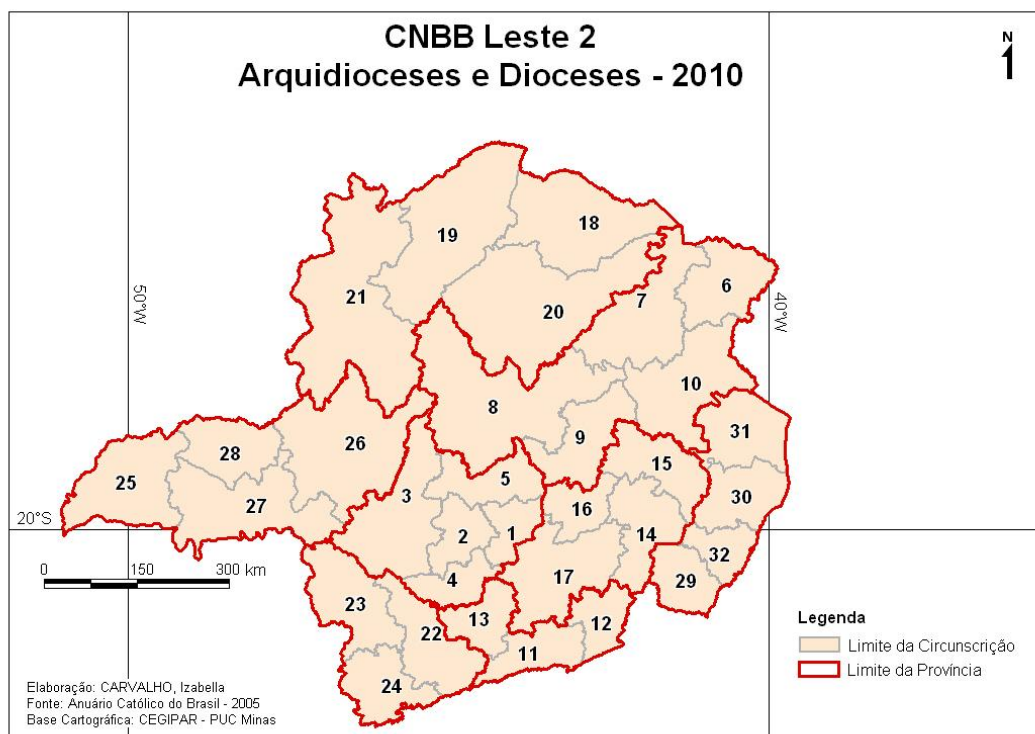
4.1 AS CIRCUNSCRIÇÕES ECLESIÁSTICAS DO REGIONAL LESTE 2

O Regional Leste 2 da CNBB se localiza nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, e é constituído por oito províncias eclesiásticas: Belo Horizonte, Diamantina, Juiz de Fora, Mariana, Montes Claros, Pouso Alegre, Uberaba e Vitória, conforme pode ser observado no mapa a seguir.



Mapa 3 – Províncias do CNBB Leste2 - 2010

As Províncias Eclesiásticas do Regional Leste 2 da CNBB, por sua vez, são subdivididas em dioceses e arquidioceses.



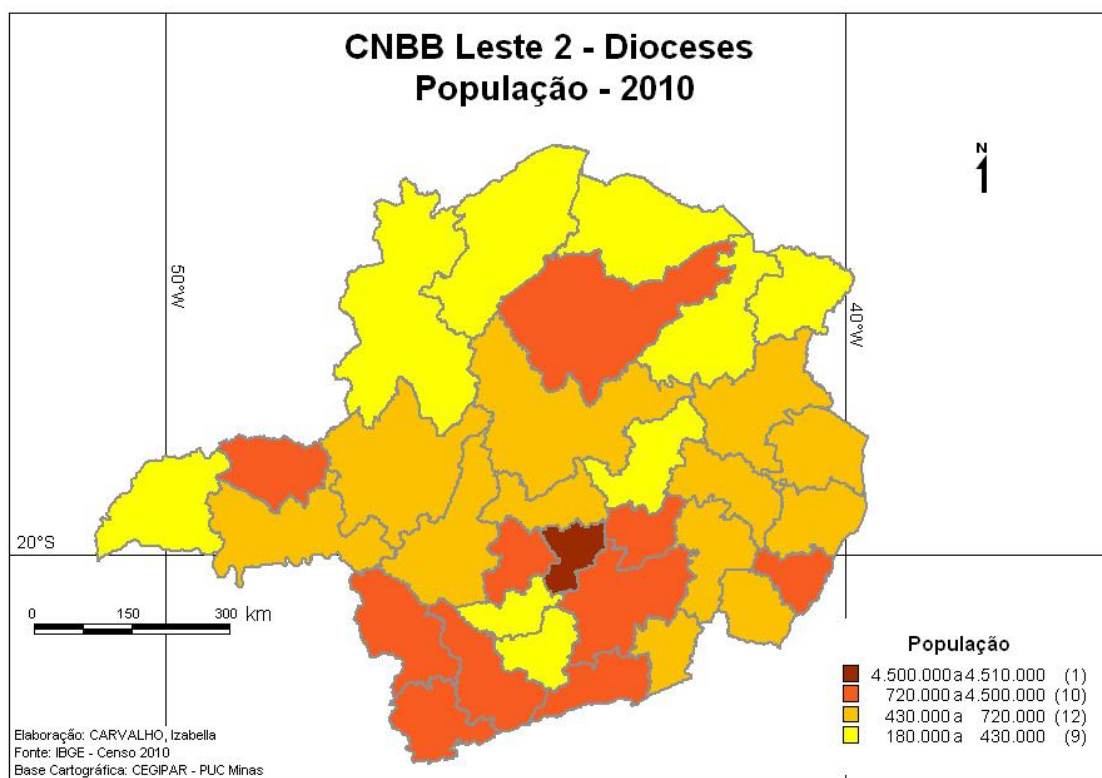
Mapa 4 – Arquidioceses e dioceses do CNBB - Leste 2 - 2010

1 – Belo Horizonte	17 – Mariana
2 – Divinópolis	18 – Janaúba
3 – Luz	19 – Januária
4 – Oliveira	20 – Montes Claros
5 – Sete Lagoas	21 – Paracatu
6 – Almenara	22 – Campanha
7 – Araçuaí	23 – Guaxupé
8 – Diamantina	24 – Pouso Alegre
9 – Guanhães	25 – Ituiutaba
10 – Teófilo Otoni	26 – Patos de Minas
11 – Juiz de Fora	27 – Uberaba
12 – Leopoldina	28 – Uberlândia
13 – São João del-Rei	29 – Cachoeiro do Itapemirim
14 – Caratinga	30 – Colatina
15 – Governador Valadares	31 – São Mateus
16 – Itabira – Coronel Fabriciano	32 – Vitória

Quadro 6 – CNBB - Regional Leste 2 – Arquidioceses⁸ e dioceses - 2010
Fonte: Anuário Católico do Brasil, 2005

⁸ As arquidioceses do Regional Leste 2 da CNBB são Belo Horizonte (1), Diamantina (8), Juiz de Fora (11), Mariana (17), Montes Claros (20), Pouso Alegre (24), Uberaba (27) e Vitória (32)

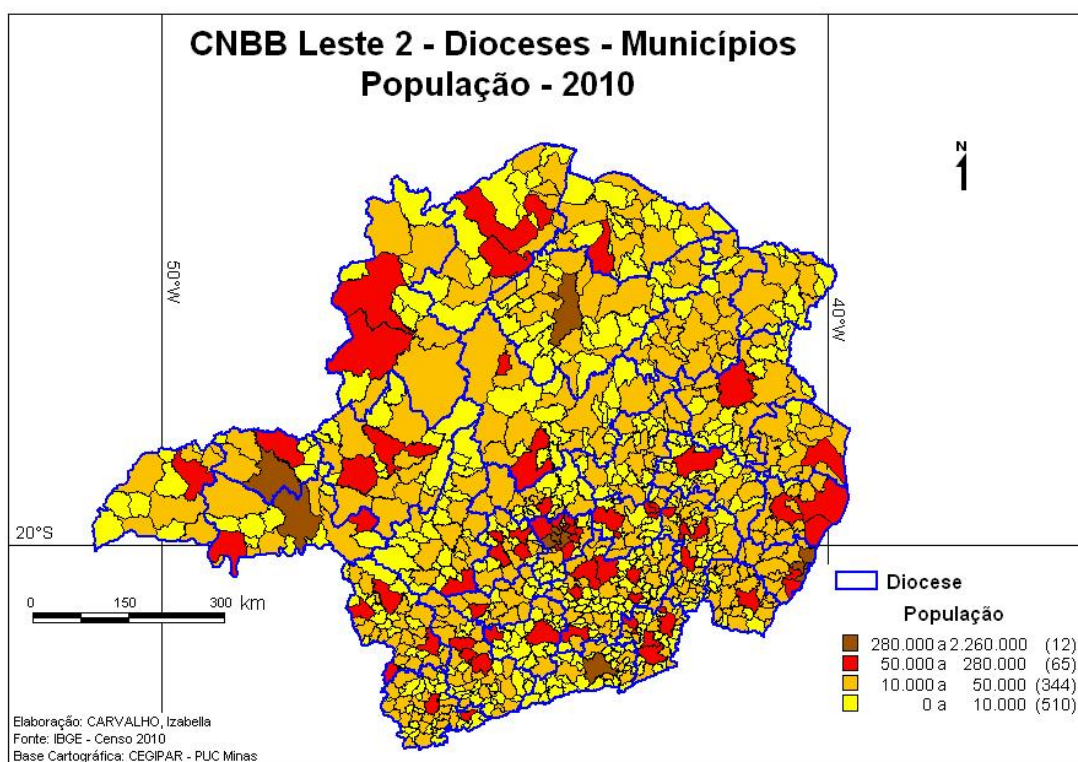
O mapa 5, da distribuição da população das dioceses e arquidioceses do Regional Leste 2 no ano de 2010, indica uma concentração maior de habitantes na porção centro-sul. Destaca-se dentre as demais, a Arquidiocese de Belo Horizonte, com uma população superior a 4 500 000 habitantes. A leste e a oeste do Regional, destacam-se a Arquidiocese de Vitória e a Diocese de Uberlândia. Na porção norte do Regional, a Arquidiocese de Montes Claros apresenta uma população maior que as circunscrições vizinhas, o que pode ser observado no mapa 5, a seguir.



Mapa 5 – População das dioceses do CNBB – Leste 2 - 2010

Os dados apresentados no mapa da população das arquidioceses e dioceses do Regional Leste 2 em 2010 indicam a tendência de maior ou menor concentração populacional, todavia tais dados se apresentam de maneira

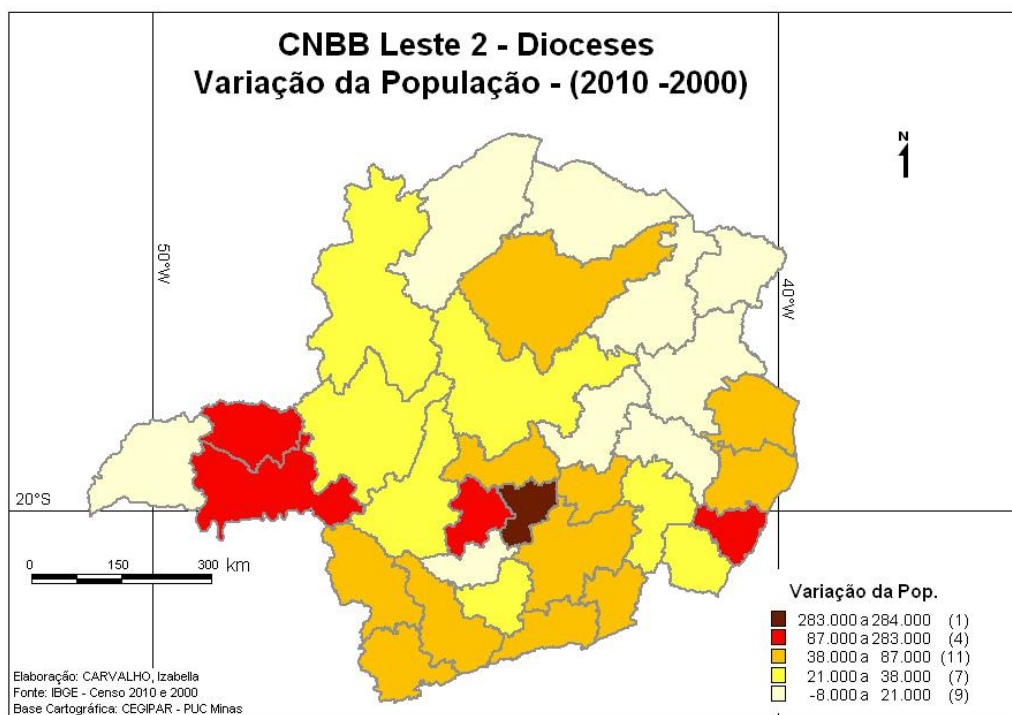
agregada, o que poderia sugerir uma homogeneidade na distribuição dessa população em cada circunscrição. A elaboração de um mapa que apresente a distribuição dessa população por município é uma alternativa para a solução desse problema.



Mapa 6 – População dos municípios das dioceses do CNBB – Leste 2 - 2010

O mapa da distribuição da população por municípios das arquidioceses e dioceses do Regional Leste 2 indica uma maior concentração populacional na porção centro-sul. Em relação ao aspecto populacional, nota-se que os municípios ao norte da Arquidiocese de Belo Horizonte, os municípios de Juiz Fora, Uberlândia, Uberaba e Montes Claros, bem como os municípios a leste, na porção próxima ao litoral, estão classificados na faixa superior. Conforme citado anteriormente, pode-se observar que a população não se encontra uniformemente distribuída ao longo do território de cada circunscrição.

Um mapa que apresente a variação da população entre os anos 2010 e 2000 indica tendências de crescimento ou decréscimo. O mapa a seguir apresenta a distribuição dessa variação populacional.

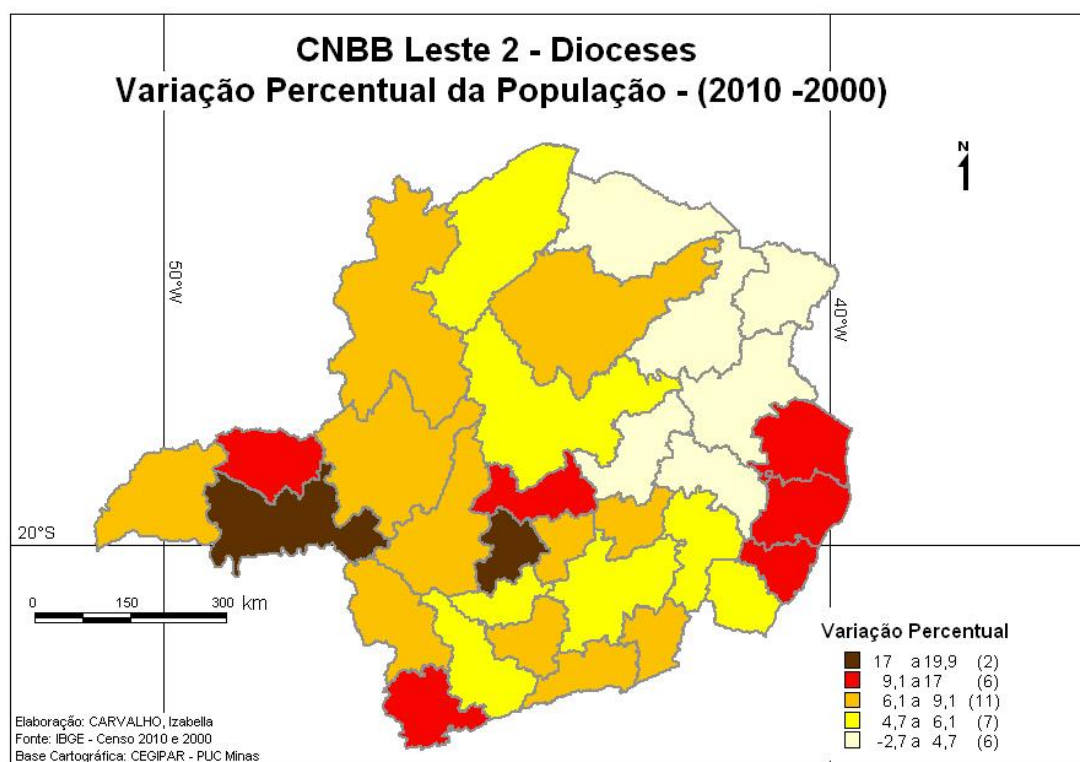


Mapa 7 – Variação da população das dioceses do CNBB – Leste 2 – (2010-2000)

O mapa da variação da população das arquidioceses e dioceses do Regional Leste 2 indica um expressivo crescimento na Arquidiocese de Belo Horizonte em relação às demais circunscrições. Destacam-se também as arquidioceses de Vitória e de Uberaba e a diocese de Uberlândia. Observa-se um crescimento inferior na porção norte e nordeste do Regional, bem como nas dioceses de Ituiutaba e de Oliveira.

Outra maneira de apresentar a distribuição do crescimento populacional seria o cálculo de sua variação percentual. O mapa a seguir indica que há um destaque para o crescimento percentual populacional da Diocese de

Divinópolis e da Arquidiocese de Uberaba. A Arquidiocese de Belo Horizonte, apesar de apresentar um grande crescimento em sua população absoluta, não apresenta um grande crescimento percentual populacional em comparação às demais.

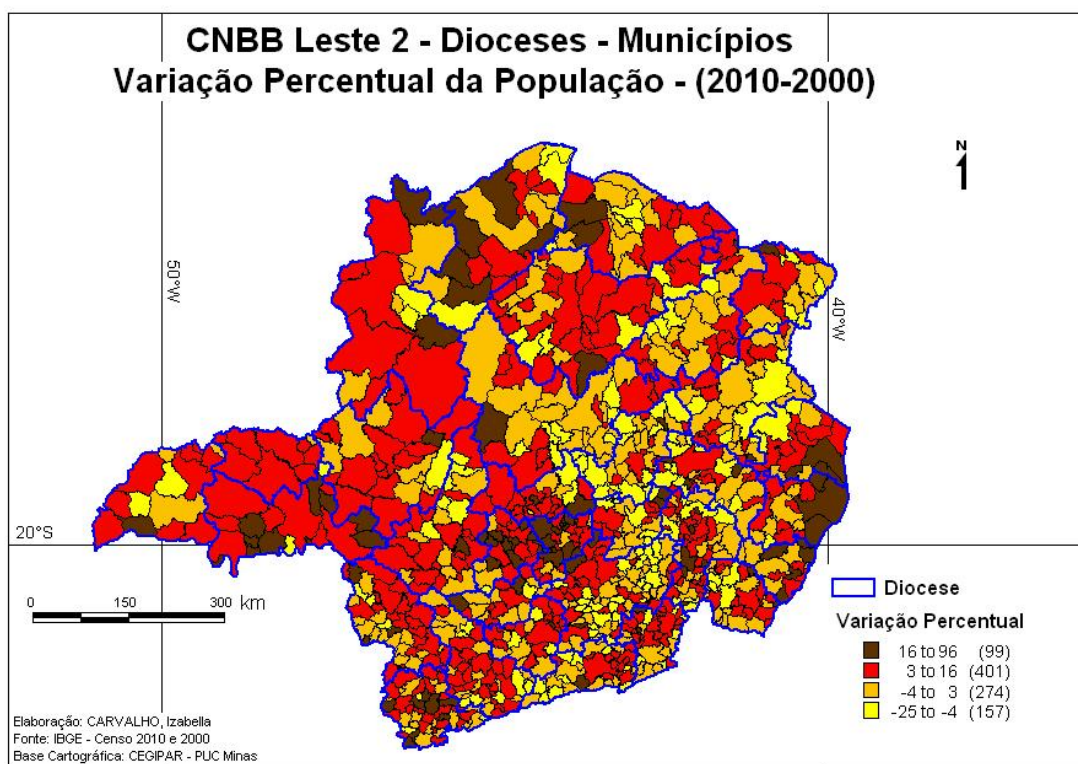


Mapa 8 – Variação percentual da população das dioceses do CNBB – Leste 2 – (2010-2000)

Uma particularidade que se observa na comparação entre os dois mapas anteriores é que, se levarmos em conta a distribuição absoluta da população, há uma tendência de crescimento na porção ao sul do Regional. Considerando-se uma linha imaginária que dividisse o Regional em duas partes, uma ao norte e outra ao sul, a porção ao sul abarcaria as dioceses e arquidioceses com maior crescimento populacional absoluto. No entanto, se considerarmos uma linha imaginária que dividisse o mapa da variação percentual da população do Regional Leste 2 em duas porções, uma a leste e

outra a oeste, pode-se observar que as circunscrições que mais cresceram estariam a oeste.

Da mesma maneira realizada anteriormente, a elaboração do mapa da distribuição da variação percentual da população dos municípios das arquidioceses e dioceses do Regional Leste 2 proporciona uma visualização dos dados de uma maneira desagregada.



Mapa 9 – Variação percentual da população dos municípios das dioceses do CNBB – Leste 2 – (2010-2000)

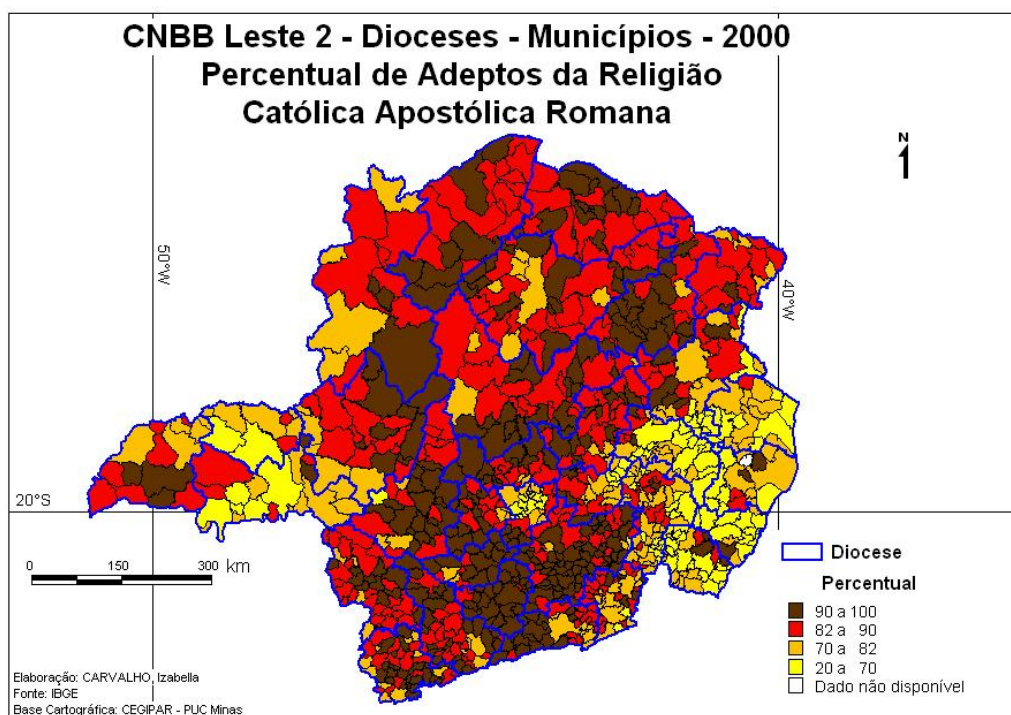
O mapa da variação percentual da população (2010-2000) indica uma distribuição irregular entre os municípios de uma mesma diocese. Por exemplo, pode-se observar que as dioceses de Januária, Janaúba, Paracatu, Patos de Minas, Ituiutaba, e Guaxupé, as arquidioceses de Montes Claros e de Pouso Alegre apresentam municípios nas quatro faixas de variação percentual da população.

A Arquidiocese de Belo Horizonte, que apresentou o maior crescimento populacional em termos absolutos, apresenta grande crescimento percentual populacional nos municípios vizinhos a Belo Horizonte, todavia a capital mineira apresenta um crescimento percentual inferior àqueles.

As arquidioceses de Mariana e de Juiz de Fora, as dioceses de Itabira-Coronel Fabriciano, Guanhães e Teófilo Otoni apresentam áreas consideráveis com municípios de pequeno crescimento ou de crescimento populacional negativo.

Além de apresentar a distribuição da população nas arquidioceses e dioceses do Regional Leste 2, outros mapas pertinentes ao tema seriam os da distribuição percentual dos católicos apostólicos romanos⁹, dos evangélicos históricos, dos evangélicos pentecostais, dos espíritas e daqueles que se declaram sem religião.

⁹ A partir deste ponto do trabalho, sempre que for utilizado o termo católico, deve-se subentender que se refere a católico apostólico romano.

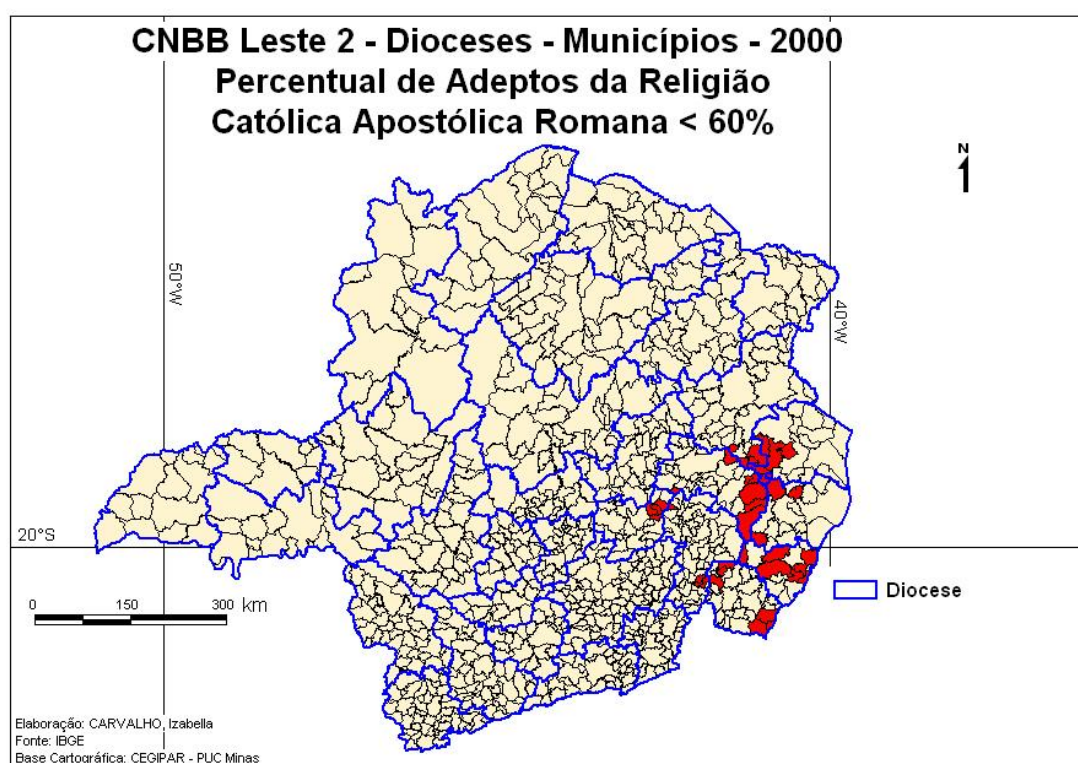


Mapa 10 – Percentual de católicos dos municípios das Dioceses do CNBB – Leste 2 - 2000

O mapa da distribuição percentual dos adeptos da religião católica por municípios do Regional Leste 2 apresenta uma maior concentração na porção centro-sul de Minas Gerais, bem como em vários municípios das dioceses de Araçuaí, Janaúba e Januária. As dioceses de São João del-Rei, Luz, Oliveira, Sete Lagoas e a Arquidiocese de Mariana apresentam grande parte de seus municípios nas maiores faixas de percentual de católicos.

De maneira oposta, nota-se em uma parte considerável dos municípios que se encontram na porção leste do Regional Leste 2, nos municípios próximos a Belo Horizonte e na própria capital mineira, bem como em alguns municípios do Triângulo Mineiro pertencentes à Arquidiocese de Uberaba ou à Diocese de Uberlândia os menores percentuais de católicos do Regional.

Observando-se as faixas de classificação do percentual de adeptos de católicos, nota-se que a faixa inferior apresenta uma amplitude que varia de 20% a 70%. Um mapa da localização dos municípios que têm um percentual menor que 60% de católicos aponta, entre os municípios do mapa anterior, aqueles que apresentam valores percentuais de católicos menores que essa taxa para o Brasil.

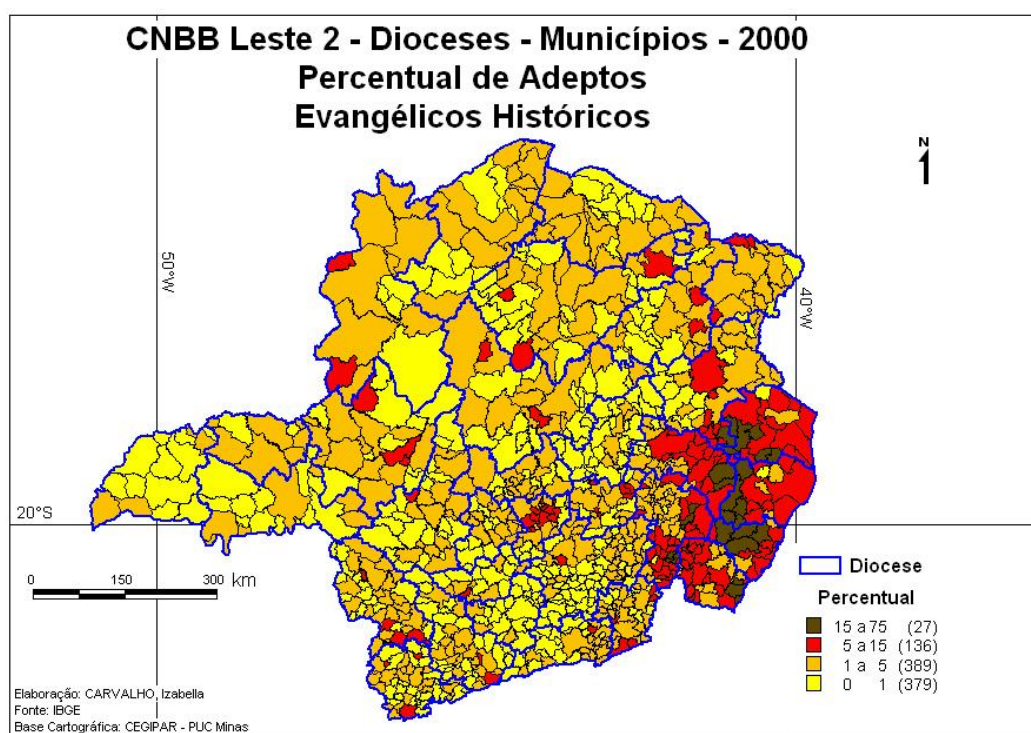


Mapa 11 – Percentual de católicos dos municípios das dioceses do CNBB – Leste 2 < 60% - 2000

O mapa dos municípios com o percentual de adeptos da religião católica inferior a 60% indica uma concentração desses municípios próximo das fronteiras das dioceses de Teófilo Otoni, Caratinga e Governador Valadares, em Minas Gerais, com municípios próximos às fronteiras das dioceses de São Mateus, Colatina e Cachoeiro do Itapemirim, e da Arquidiocese de Vitória.

Além dos municípios fronteiriços citados, observam-se municípios com percentual de adeptos da religião católica inferior a 60% na diocese de Itabira-Coronel Fabriciano, bem como na área próxima ao litoral da Arquidiocese de Vitória e da Diocese de Cachoeiro do Itapemirim.

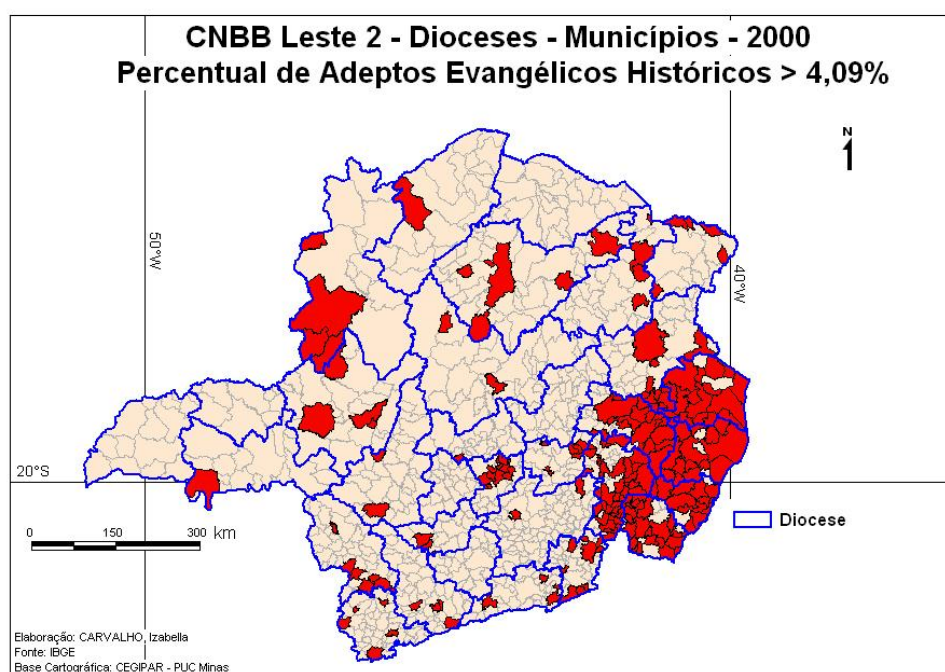
Além dos católicos, outro mapa referente ao tema seria o dos evangélicos históricos. Esse grupo agrega os adeptos da Igreja Evangélica Luterana, Igreja Evangélica Presbiteriana, Igreja Evangélica Metodista, Igreja Evangélica Batista, Igreja Evangélica Congregacional, Igreja Evangélica Adventista e de outras igrejas evangélicas de missão, de acordo com a classificação do censo demográfico 2000 do IBGE.



Mapa 12 – Percentual de evangélicos históricos dos municípios das dioceses do CNBB – Leste 2 - 2000

O mapa do percentual de adeptos evangélicos históricos apresenta uma concentração maior nos municípios localizados a leste do Regional Leste 2. Nas dioceses de São Mateus, Colatina, Vitória, Cachoeiro do Itapemirim, Governador Valadares e Caratinga, estão localizados os municípios com maior percentual de evangélicos históricos. Além das dioceses localizadas na porção leste do Regional, deve-se ressaltar a presença de municípios no entorno de Belo Horizonte e na própria capital mineira com o percentual de evangélicos históricos entre 5% e 15%, a segunda maior faixa de classificação do mapa em questão.

De acordo com o censo demográfico 2000 do IBGE, o percentual de evangélicos históricos no Brasil é 4,09%. O mapa a seguir identifica os municípios do Regional Leste 2 cujo percentual de evangélicos históricos é maior que o percentual de evangélicos históricos no país.

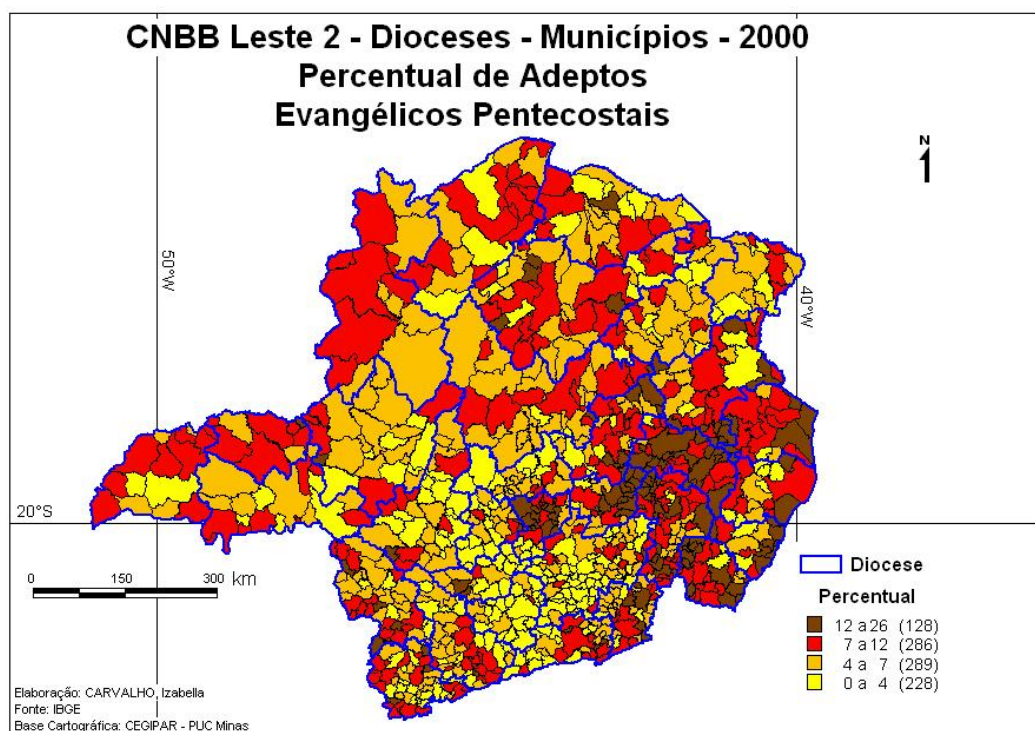


Mapa 13 – Percentual de evangélicos históricos dos municípios das dioceses do CNBB – Leste 2 > 4,09% - 2000

O mapa anterior, além de enfatizar a maior presença de evangélicos históricos na porção leste do Regional Leste 2 e em municípios da Arquidiocese de Belo Horizonte, aponta uma concentração de municípios com essa mesma característica nas dioceses de Guaxupé, Paracatu, Patos de Minas e Leopoldina.

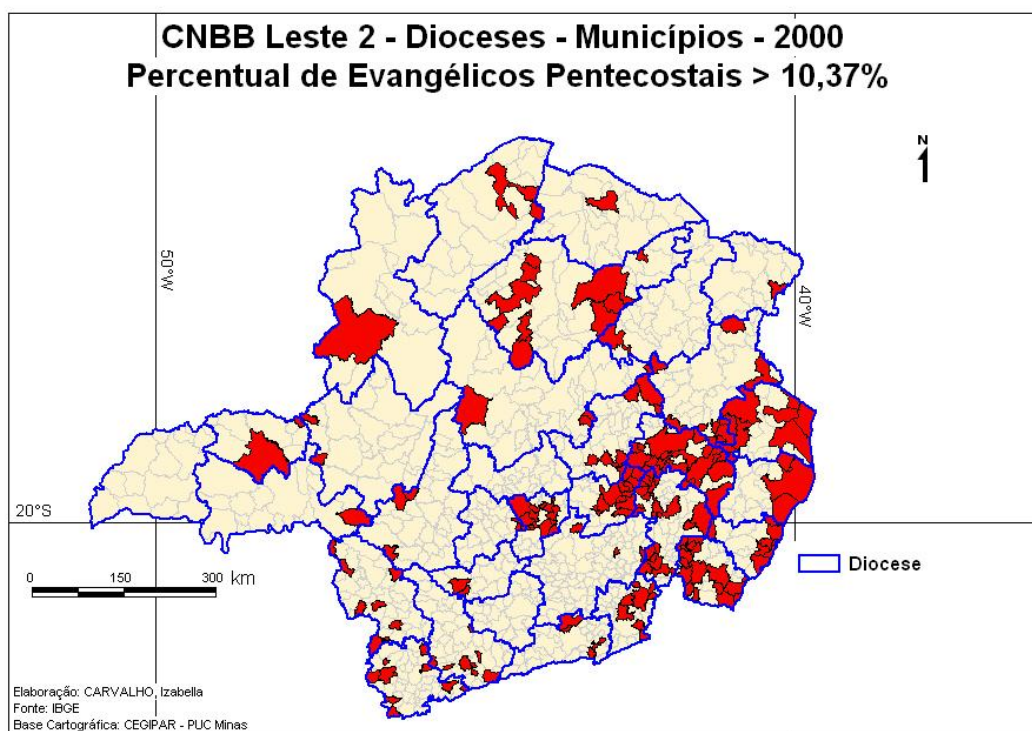
Por sua vez, o mapa do percentual de adeptos evangélicos pentecostais mostra uma maior dispersão espacial destes em comparação aos evangélicos históricos.

Os evangélicos pentecostais se sobressaem em presença na porção litorânea das dioceses de Colatina, São Mateus e da Arquidiocese de Vitória. Além dessas dioceses, na Província de Vitória, os pentecostais apresentam uma grande presença na diocese de Cachoeiro do Itapemirim. Os pentecostais se destacam em Minas Gerais nas dioceses de Governador Valadares, Itabira-Coronel Fabriciano, no sul da diocese de Teófilo Otoni, Caratinga e Leopoldina e na Arquidiocese de Montes Claros. Na Arquidiocese de Belo Horizonte, encontra-se uma grande presença de evangélicos pentecostais, deve-se salientar que esses se concentram, em seu maior percentual, nos municípios vizinhos a Belo Horizonte, criando ali um colar pentecostal.



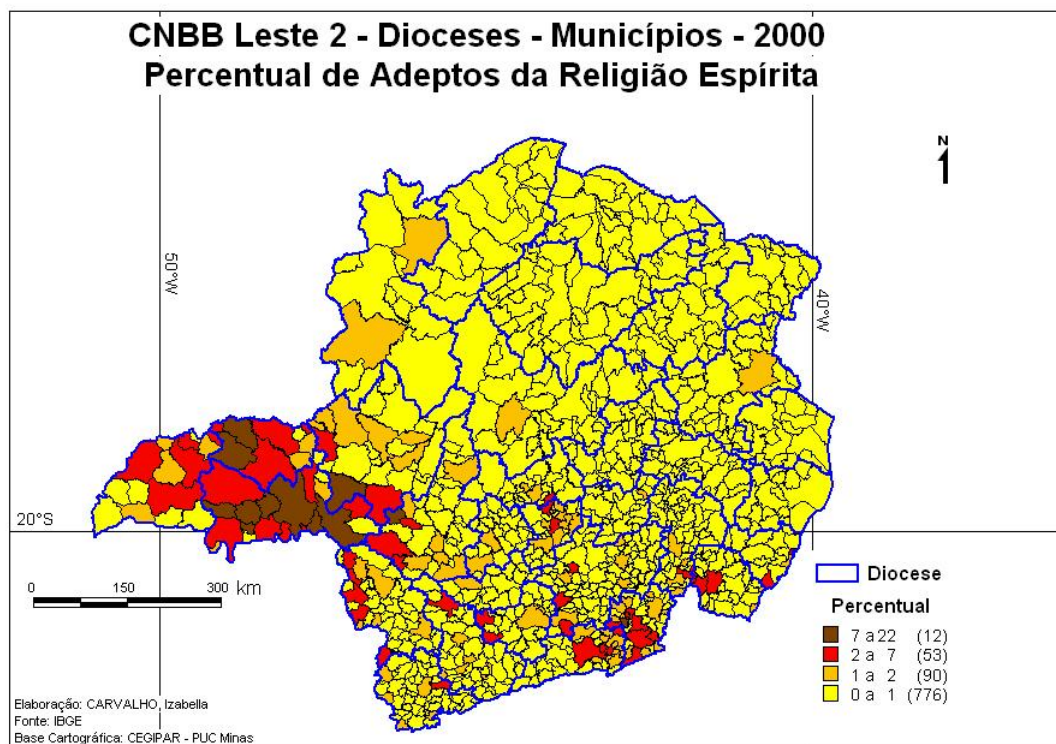
Mapa 14 – Percentual de evangélicos pentecostais dos Municípios das dioceses do CNBB – Leste 2 - 2000

O mapa 15, a seguir, enfatiza os municípios do Regional Leste 2 cujo percentual de evangélicos pentecostais é superior ao percentual destes no Brasil, cujo valor é 10,37%. Neste mapa, a maior presença dos evangélicos pentecostais segue as tendências descritas para o mapa 14. Além disso, também se nota que, em alguns municípios da Arquidiocese de Montes Claros, o percentual de evangélicos pentecostais é maior que o percentual brasileiro.



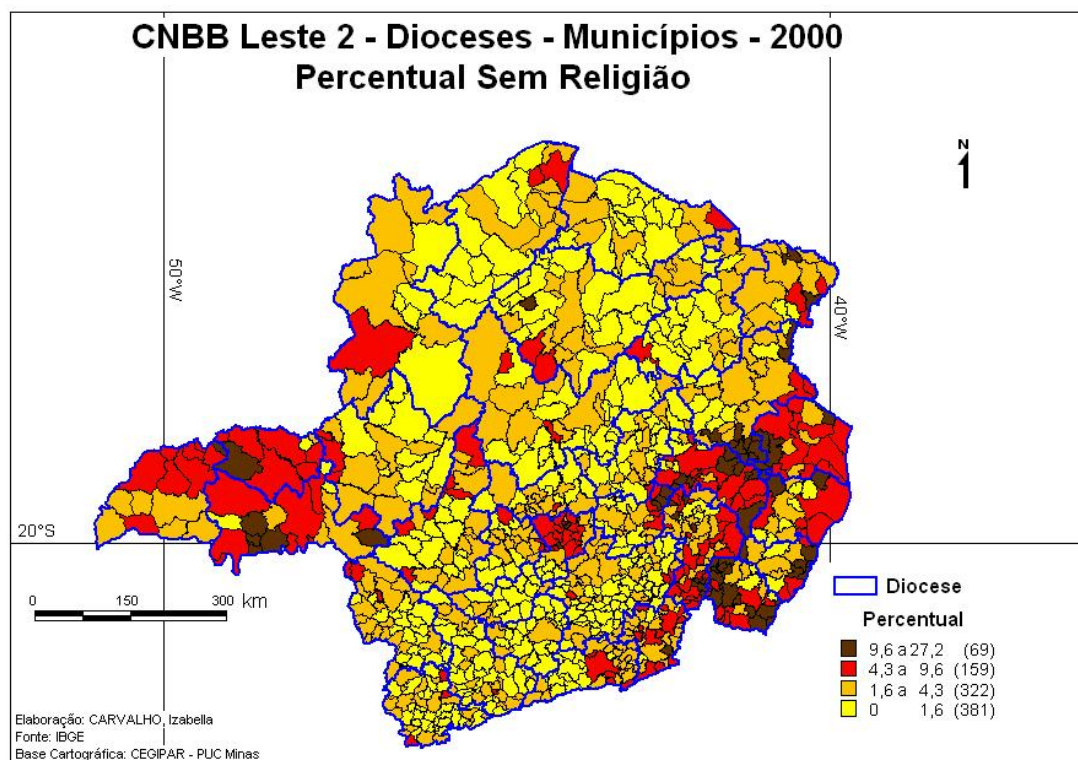
Mapa 15 – Percentual de evangélicos pentecostais dos municípios das dioceses do CNBB – Leste 2 > 10,37% - 2000

O mapa 16, da distribuição percentual dos espíritas nos municípios do regional Leste 2, aponta uma forte tendência da localização destes na região do Triângulo Mineiro, destacando-se municípios da Arquidiocese de Uberaba, da Diocese de Uberlândia e municípios localizados ao sul da Diocese de Patos de Minas. Em uma porção mais afastada do Triângulo Mineiro, as dioceses de Leopoldina e de Luz apresentam alguns municípios com índices percentuais de espíritas nas faixas superiores de classificação do mapa.



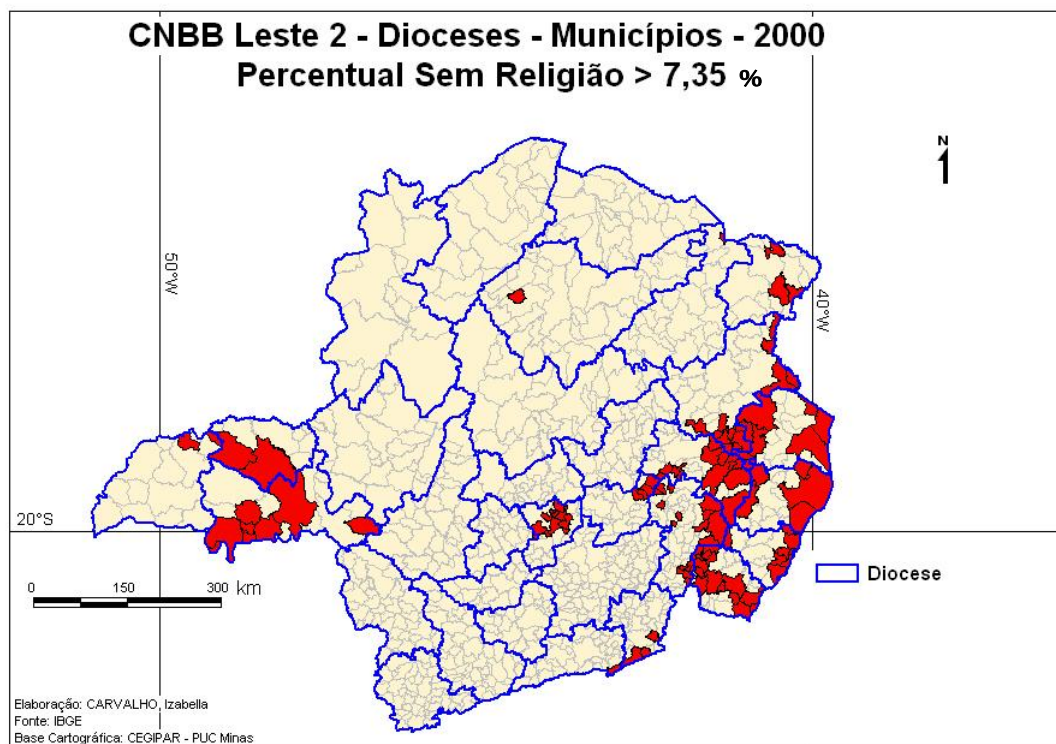
Mapa 16– Percentual de espíritas dos municípios das dioceses do CNBB – Leste 2 - 2000

O mapa 17, da distribuição espacial dos que se declaram sem religião nos municípios do regional Leste 2, apresenta maior presença desses nos municípios a leste da Província de Vitória e em vários municípios ao sul da Diocese de Cachoeiro do Itapemirim. Os sem religião formam um cinturão que se estende por municípios da Diocese de Leopoldina, passando pelas dioceses de Caratinga, Governador Valadares, pelo nordeste da Diocese de Itabira-Coronel Fabriciano e sul da Diocese de Teófilo Otoni. Esse cinturão também é composto por alguns municípios da fronteira oeste da Província de Vitória. Nas demais dioceses do Regional Leste 2, os que se declaram sem religião se destacam na Diocese de Uberlândia e nas arquidioceses de Uberaba e Belo Horizonte.



Mapa 17– Percentual sem religião dos municípios das dioceses do CNBB – Leste 2 - 2000

O mapa 18, a seguir, apresenta os municípios do Regional Leste 2 cujo percentual dos que se declaram sem religião é superior ao percentual destes no Brasil. Esse mapa, além de ir ao encontro das observações relatadas anteriormente para o mapa 17, evidencia a presença dos que se declaram sem religião em municípios a leste das dioceses de Teófilo Otoni e Almenara e ao sul da Diocese de Leopoldina.



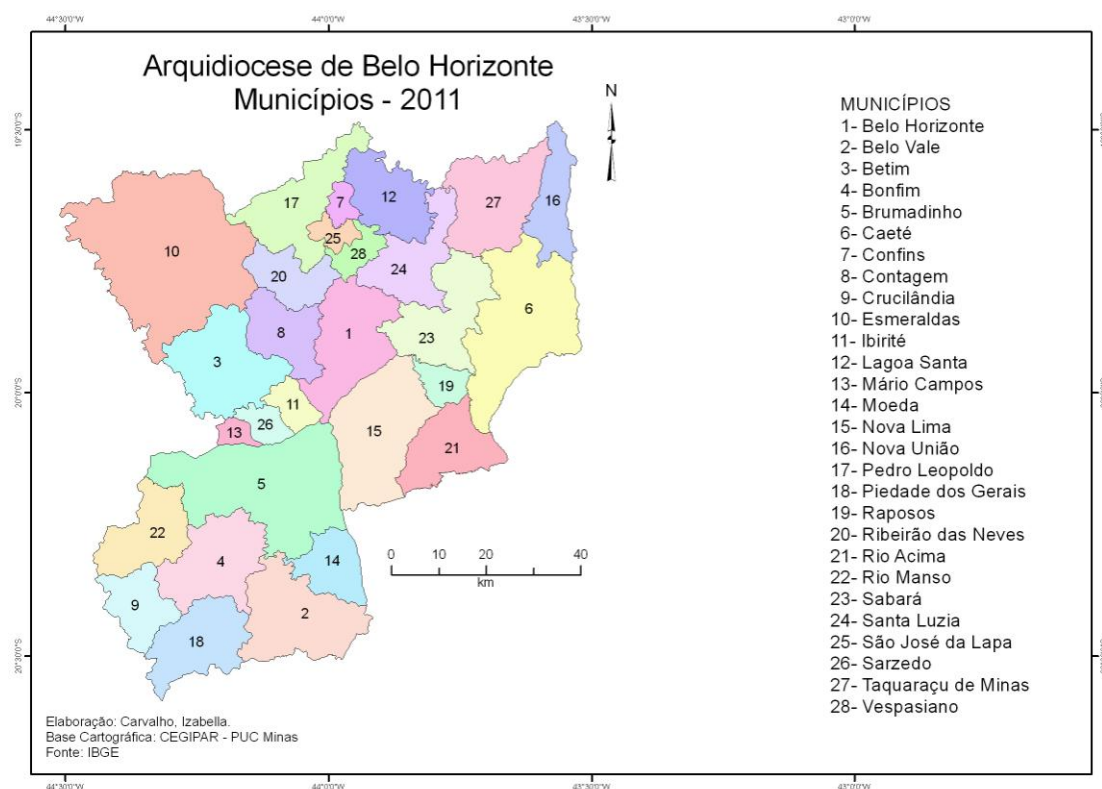
Mapa 18– Percentual sem religião dos municípios das dioceses do CNBB – Leste 2 > 7,35%

Os mapas até aqui apresentados possibilitam uma visão geral dos dados referentes aos municípios das dioceses e arquidioceses do Regional Leste 2. Para uma visão com mais detalhes de uma diocese ou arquidiocese, torna-se necessária a construção de mapas em uma escala maior.

Os mapas da Arquidiocese de Belo Horizonte, a seguir, proporcionam um exemplo da aplicação de um SIG na escala proposta.

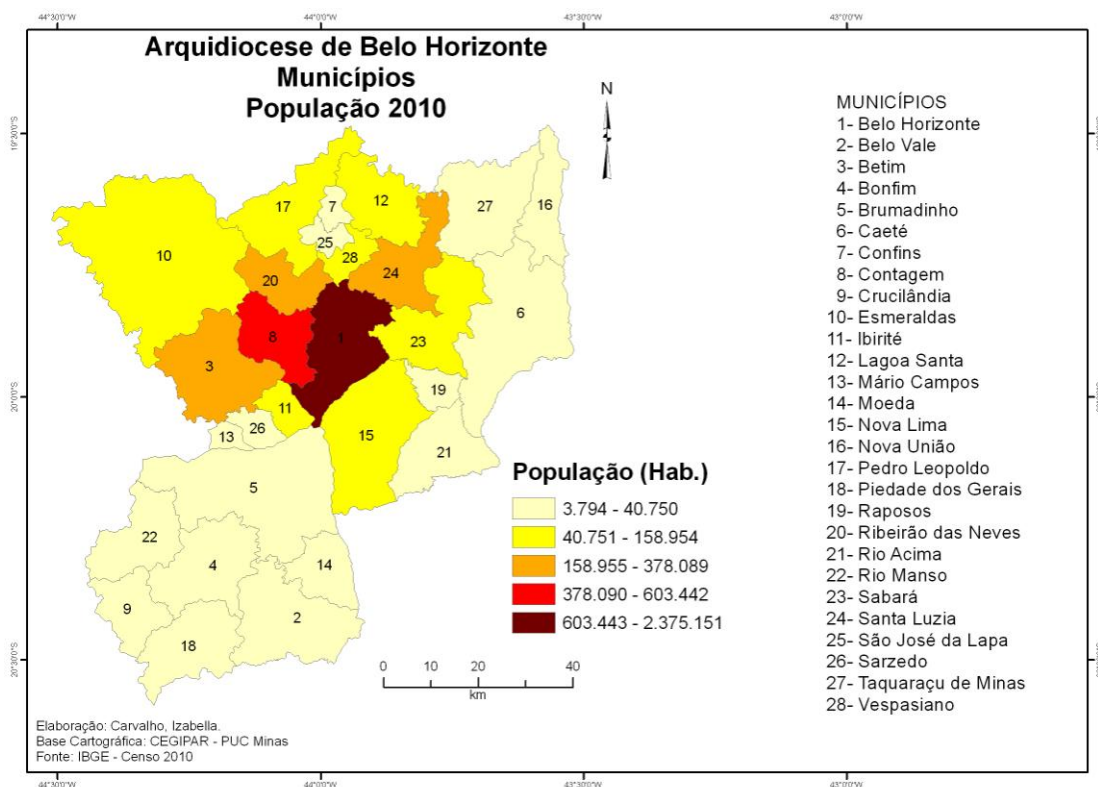
4.2 A ARQUIDIOCESE DE BELO HORIZONTE

A Arquidiocese de Belo Horizonte é formada por 28 municípios, de acordo com o exposto no mapa 19, a seguir.



Mapa 19– Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios - 2011

A população dos municípios da Arquidiocese de Belo Horizonte segundo o censo demográfico 2010 do IBGE pode ser observada por meio do mapa 20, a seguir.



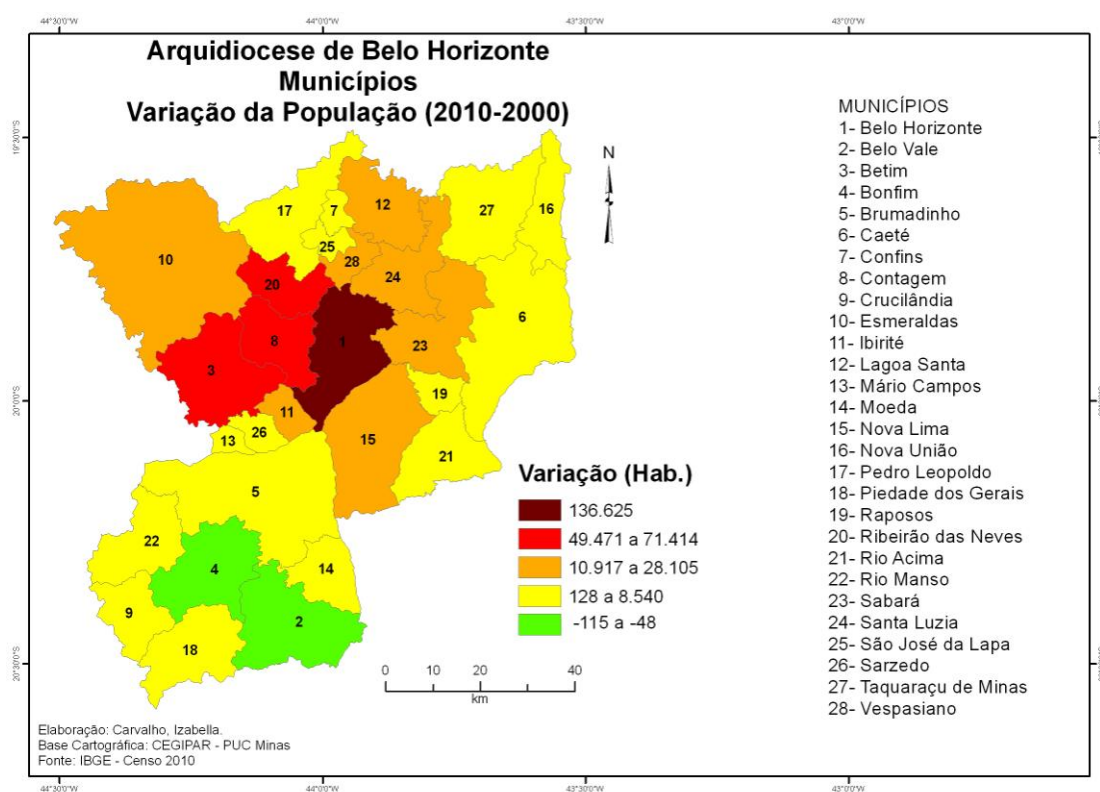
Mapa 20– Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios –População 2010

Entre os municípios que compõem a Arquidiocese de Belo Horizonte, destacam-se, em relação ao contingente populacional, os municípios de Belo Horizonte, Contagem, Betim, Ribeirão das Neves e Santa Luzia, que estão situados na porção centro-norte. De maneira oposta, os municípios de menor população estão localizados ao sul e a leste do território da arquidiocese. Além destes, outros dois municípios situados ao norte, Confins e São José da Lapa, apresentam uma menor população.

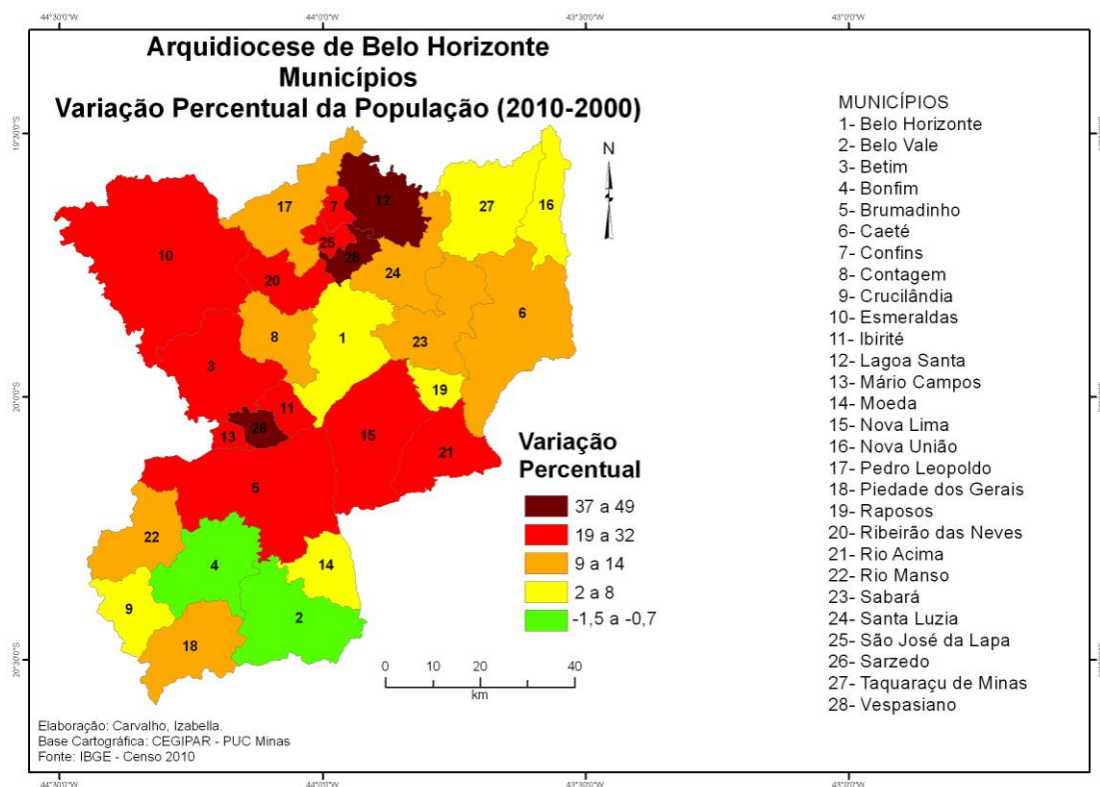
Os municípios que apresentam uma maior variação populacional absoluta na última década são, em grande parte, aqueles que se destacam em relação ao contingente populacional. Entretanto, se for considerada a variação percentual da população, outros municípios se destacam, tais como Lagoa Santa, Vespasiano e Sarzedo, o que pode ser observado nos mapas 21 e 22, a seguir.

Em relação à variação absoluta e percentual da população entre 2010 e 2000, cabe destacar o Município de Belo Horizonte. Em termos absolutos esse é o Município que apresentou a maior variação populacional. Todavia, em termos percentuais de variação, o quadro se inverte, pois Belo Horizonte se insere na classe inferior de crescimento populacional.

De maneira oposta aos demais municípios que fazem parte da Arquidiocese de Belo Horizonte, observam-se dois municípios que apresentam variação populacional negativa, Belo Vale e Bonfim.

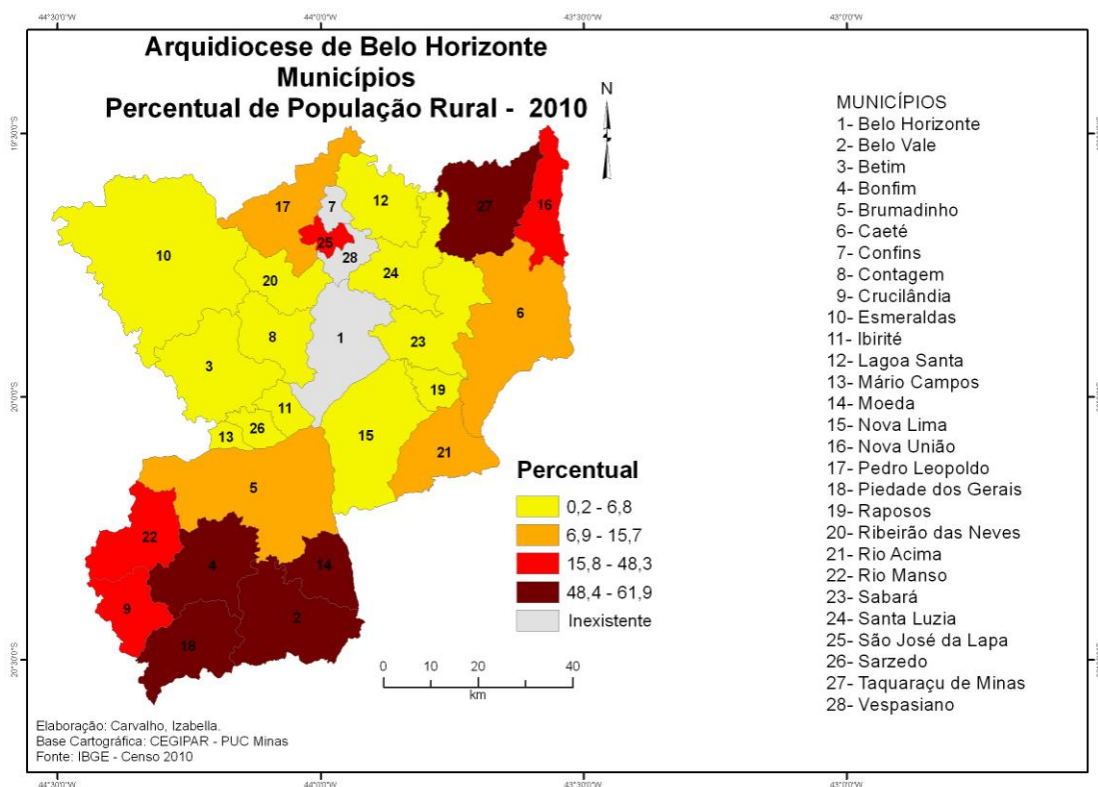


Mapa 21– Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios – Variação da população (2010-2000)



Mapa 22– Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios – Variação percentual da população (2010-2000)

Entretanto, se os mapas da distribuição da população dos municípios da Arquidiocese de Belo Horizonte indicam uma concentração no eixo que se estende do Município de Betim ao de Santa Luzia, os mapas da distribuição da população rural apontam para outra configuração.

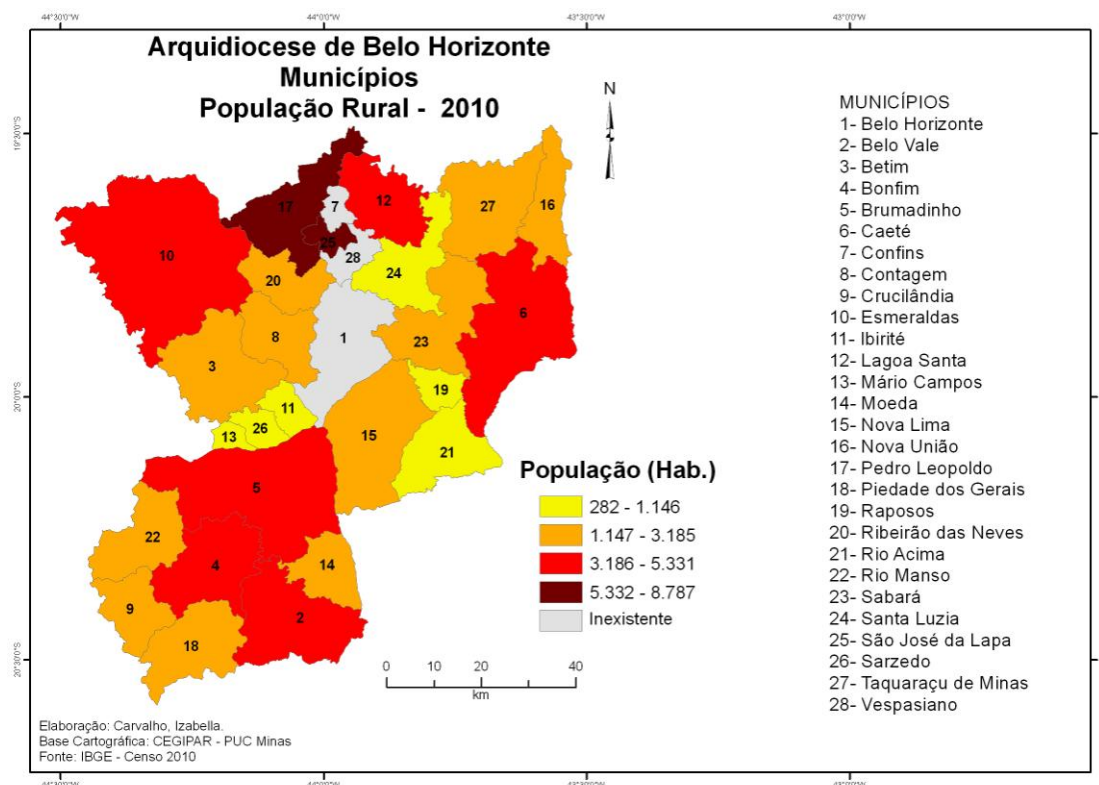


Mapa 23– Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios – Percentual de população rural 2010

O mapa 23, do percentual da população rural dos municípios da Arquidiocese de Belo Horizonte, indica que os que apresentam maior índice percentual estão localizados na porção sul e nordeste. Ao sul, nos municípios de Belo Vale, Bonfim, Moeda, Piedade dos Gerais, Crucilândia e Rio Manso. No nordeste destacam-se os municípios de Taquaraçu de Minas e Nova União.

Além dos municípios citados, ao norte da Arquidiocese, o Município de São José da Lapa também se insere nas faixas superiores de percentual de população rural.

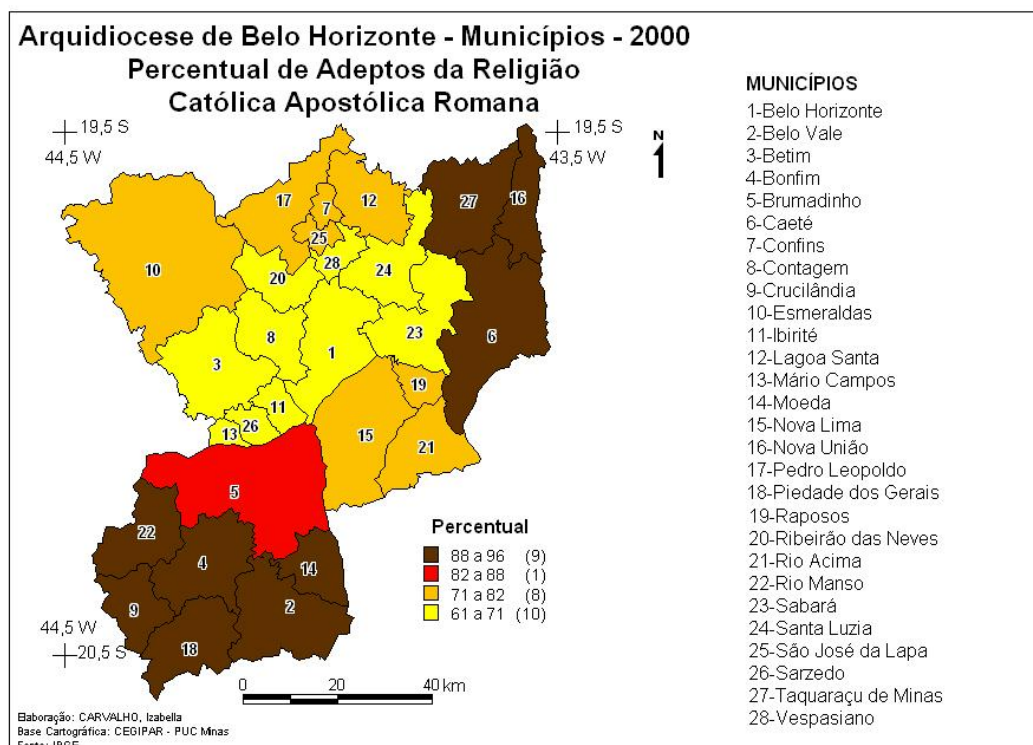
Entretanto, se for considerada a população rural absoluta, em vez de seu percentual, os municípios de Pedro Leopoldo e São José da Lapa tomam uma posição de evidência, o que pode ser observado no mapa 24, a seguir.



Mapa 24 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios – População rural-2010

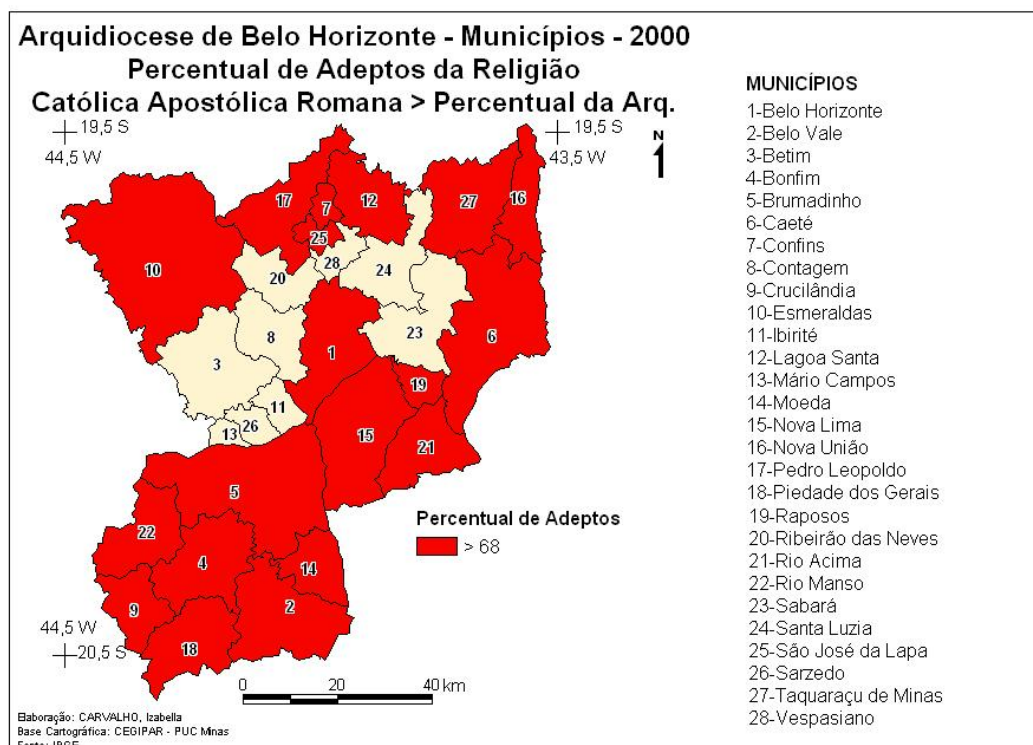
A elaboração dos mapas da população rural no contexto da Arquidiocese de Belo Horizonte poderia ser considerada irrelevante, pois esta não alcança 2% do total da população arquidiocesana, segundo os dados do censo demográfico 2010 do IBGE. Contudo, a criação dos mapas da população rural se fez necessária, já que, em alguns municípios, essa população alcança valores superiores a 15% e, em outros, os valores são superiores a 48% do total municipal.

De maneira similar ao que foi exposto nos mapas das dioceses e arquidioceses do Leste 2, torna-se pertinente a apresentação dos mapas dos adeptos das religiões católica, evangélica histórica, evangélica pentecostal, espírita e dos sem religião no contexto dos municípios da Arquidiocese de Belo Horizonte.



Mapa 25 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios – Percentual de adeptos da religião católica apostólica romana - 2000

O mapa 25, do percentual de católicos, indica uma maior presença destes em municípios localizados ao sul, a leste e a nordeste do território arquidiocesano. Nota-se que, em grande parte, os municípios com maior percentual de população rural contemplam os maiores índices percentuais de população católica. Por sua vez, os municípios que apresentam maior população absoluta, estão classificados na faixa com os menores percentuais de católicos.

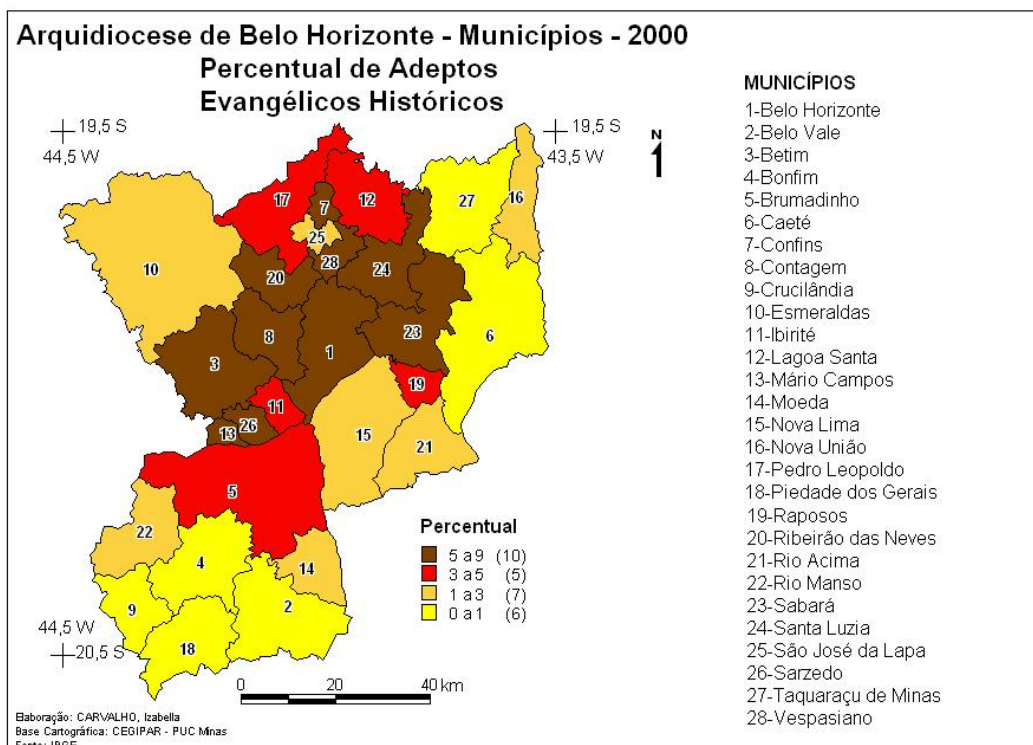


Mapa 26 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios – 2000 - Percentual de adeptos da religião católica apostólica romana maior que 68%

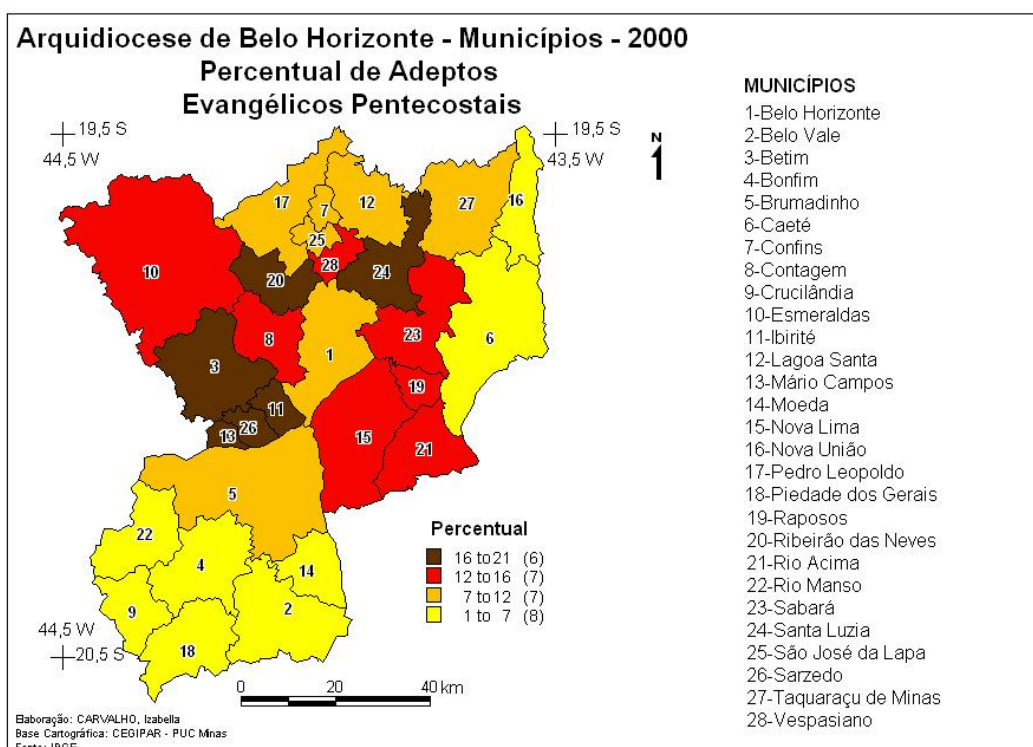
A observação do mapa 26, dos municípios que apresentam o percentual de católicos maior que o percentual de católicos de toda a arquidiocese, permite notar que grande parte dos municípios localizados no entorno da capital mineira apresentam o percentual de católicos abaixo do percentual da Arquidiocese.

Por sua vez, o mapa 27 indica que grande parte dos municípios que apresentam os maiores percentuais de evangélicos históricos são aqueles classificados com os menores percentuais de católicos da Arquidiocese.

De maneira oposta, a grande parte dos municípios que apresentam os menores percentuais de evangélicos históricos são aqueles que ostentam os maiores percentuais de católicos.



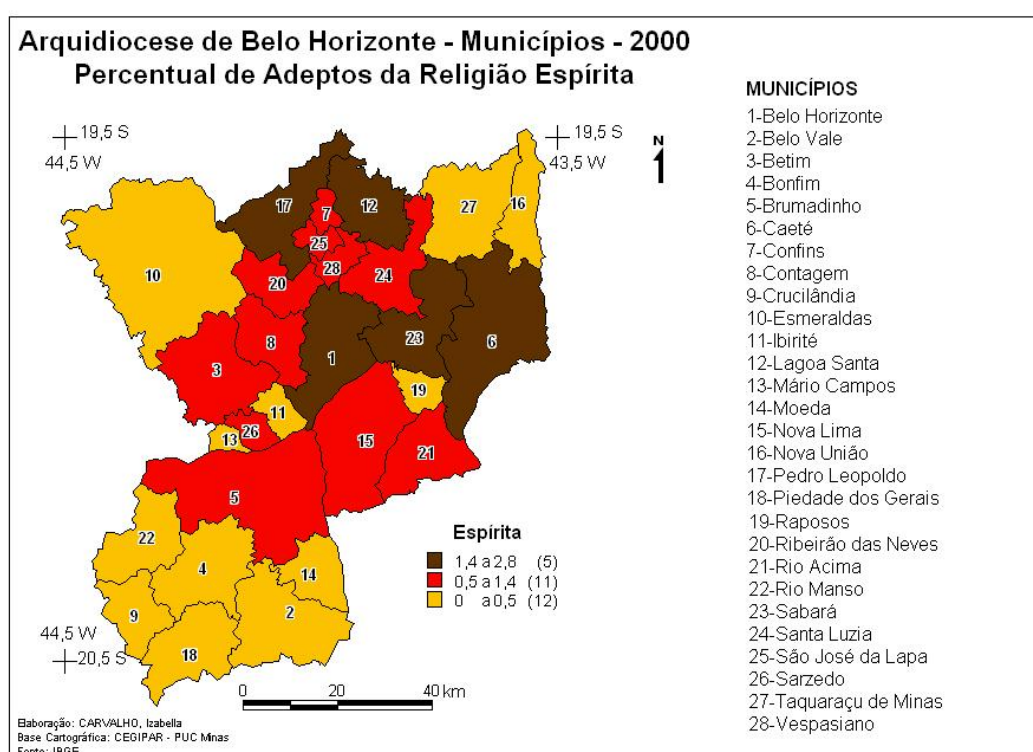
Mapa 27 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios – 2000 - Percentual de adeptos evangélicos históricos



Mapa 28 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios – 2000 - Percentual de adeptos evangélicos pentecostais

Por sua vez, se comparativamente os evangélicos históricos alcançam uma presença de destaque no Município de Belo Horizonte em relação ao percentual dos que se declaram adeptos dessa religião, os evangélicos pentecostais estão mais fortemente presentes nos municípios no entorno da capital mineira, tais como Ibirité, Sarzedo, Mário Campos, Betim, Ribeirão das Neves e Santa Luzia, o que pode ser notado no mapa 28.

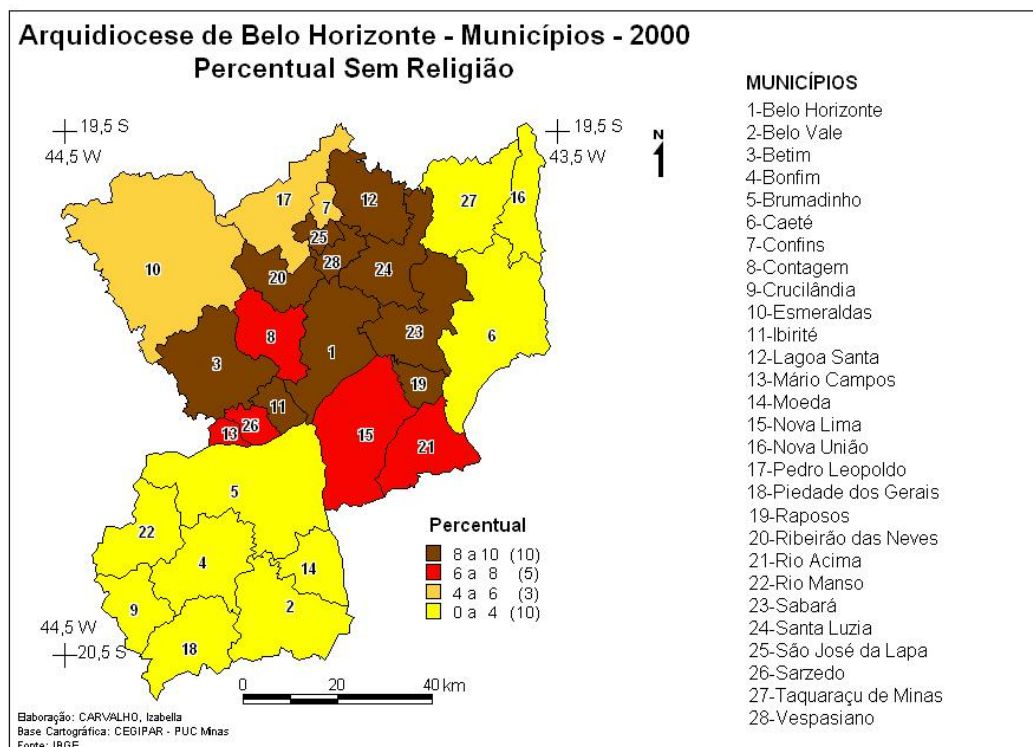
De maneira similar, os evangélicos históricos e os pentecostais apresentam fraca presença nos municípios onde os católicos alcançam os maiores percentuais.



Mapa 29 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios – 2000 - Percentual de adeptos da religião espírita

Apesar de os espíritas apresentarem percentuais menores de adeptos, se comparados aos evangélicos e aos católicos, percebe-se sua maior presença no eixo formado pelos municípios de Belo Horizonte, Sabará e Caeté.

Além dos três municípios já citados, os espíritas alcançam maior presença ao norte da Arquidiocese, nos municípios de Pedro Leopoldo e Lagoa Santa.



Mapa 30 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Municípios – 2000 - Percentual sem religião

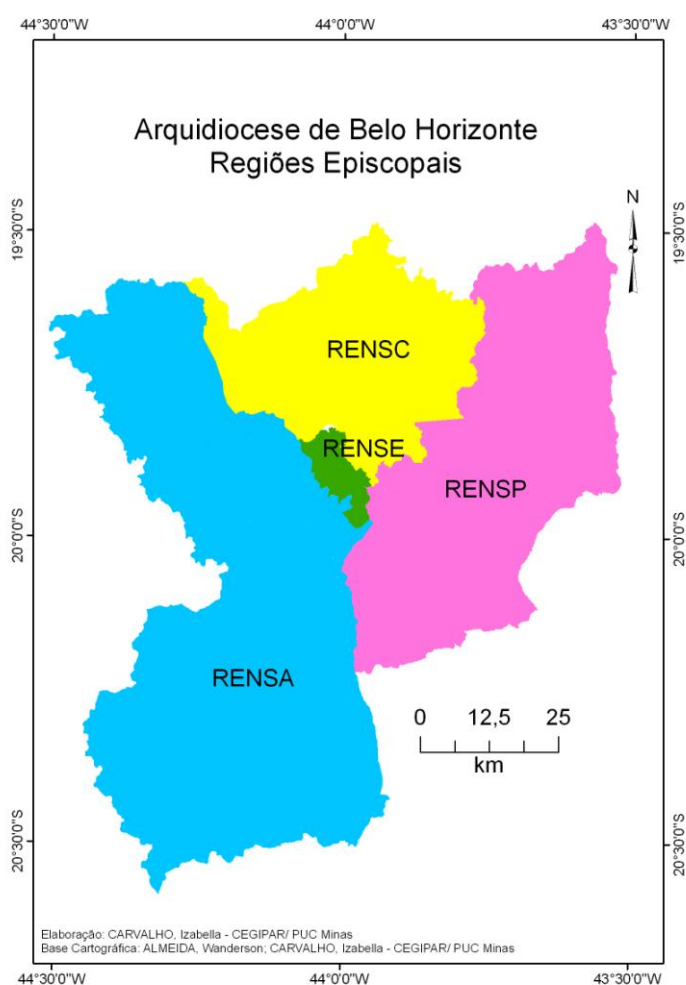
Por último, o mapa 30 aponta que os municípios com maior percentual dos que se declaram sem religião se concentram em grande parte na porção centro-norte do território da Arquidiocese.

Além disso, indica, de maneira geral, uma menor presença destes nos municípios que são classificados com os maiores percentuais de católicos.

Até o momento, os mapas aqui tratados apresentaram os dados arranjados segundo o nível municipal. Contudo, a divisão político-administrativa da Arquidiocese de Belo Horizonte ocorre por meio das regiões episcopais, das foranias e das paróquias. Portanto, mapas organizados de acordo com tais

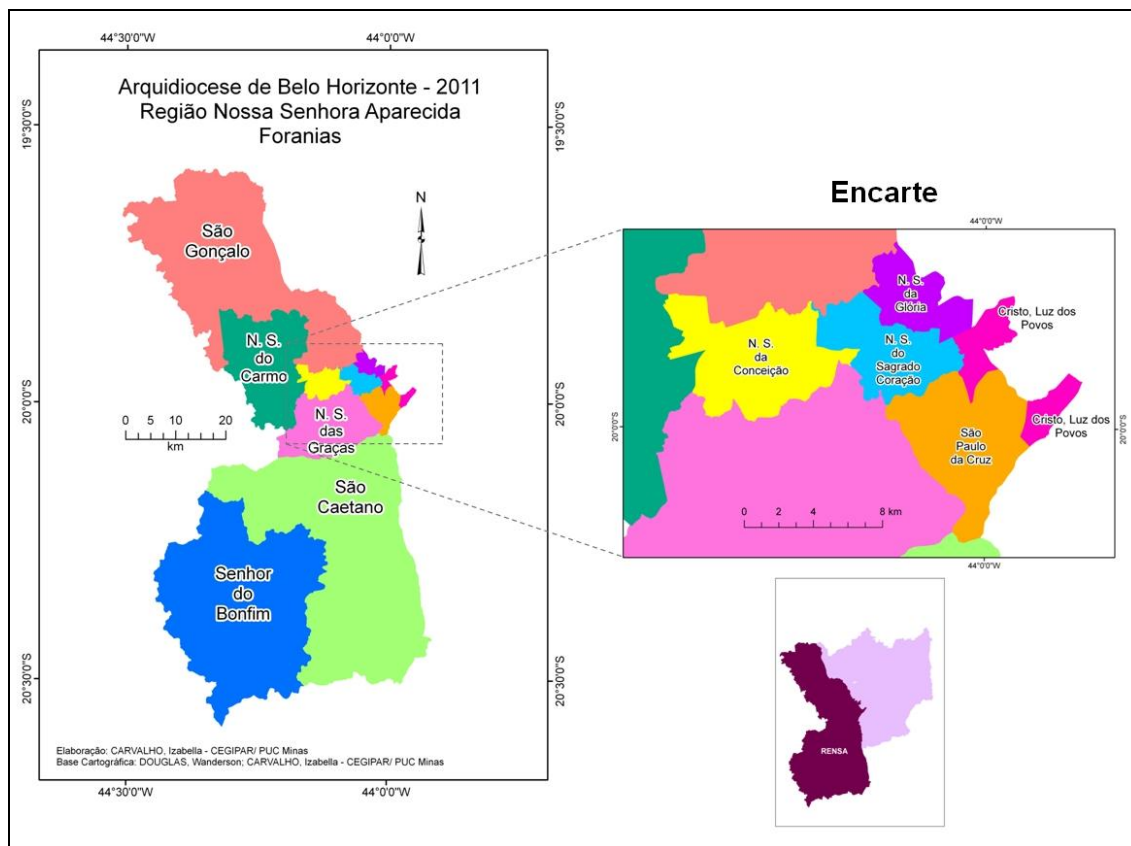
circunscrições eclesiásticas possibilitariam a leitura desse espaço de uma maneira mais adequada.

A Arquidiocese de Belo Horizonte é dividida em quatro regiões episcopais: Nossa Senhora Aparecida, Nossa Senhora da Conceição, Nossa Senhora da Esperança e Nossa Senhora da Piedade. Usualmente, essas regiões são denominadas Aparecida, Conceição, Esperança e Piedade. De forma simplificada essas regiões também são conhecidas como RENSA, RENSC, RENSE e RENSP. O mapa 31, a seguir, identifica cada uma destas regiões.

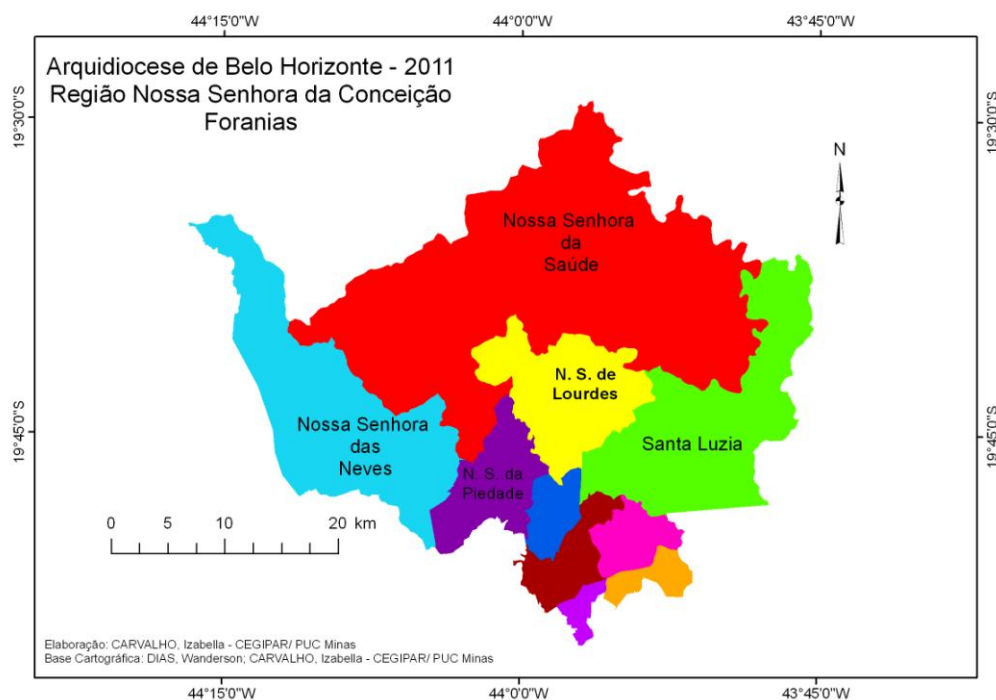


Mapa 31 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Regiões Episcopais – 2011

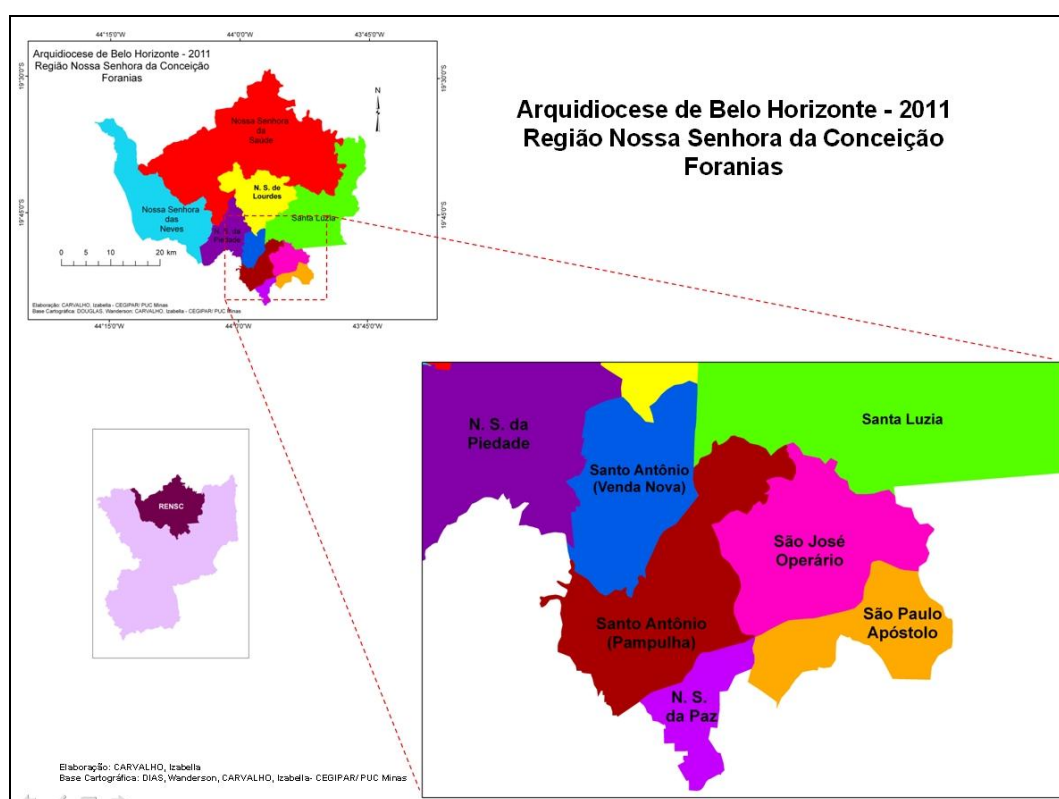
As regiões episcopais da Arquidiocese de Belo Horizonte se dividem em foranias. Os mapas 32, 33, 34, 35, 36 e 37 apresentam cada uma destas.



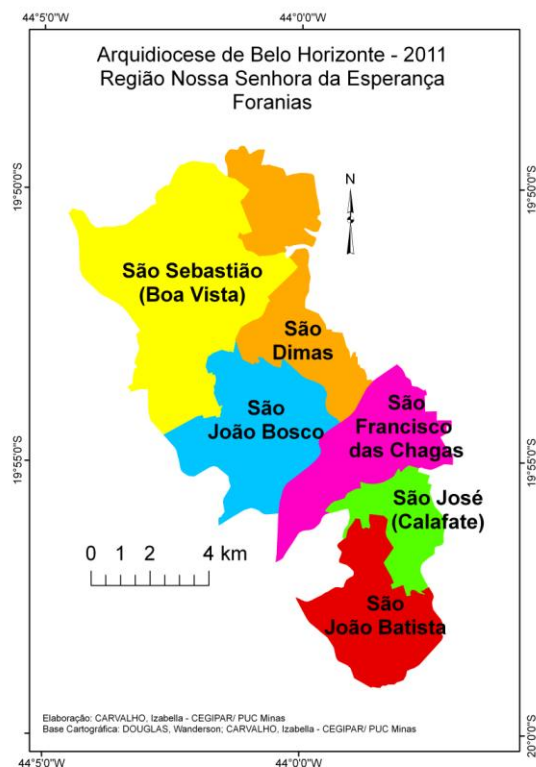
Mapa 32 – Arquidiocese de Belo Horizonte – 2011 – Foranias da Região Aparecida



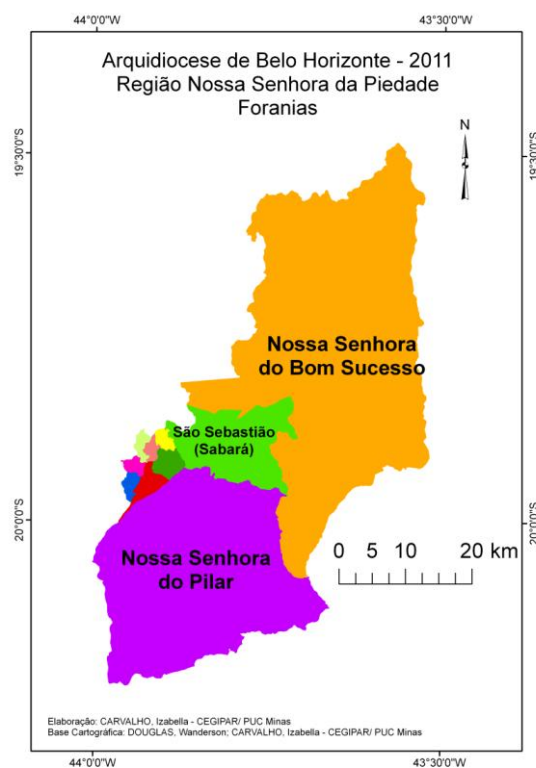
Mapa 33 – Arquidiocese de Belo Horizonte – 2011 – Foranias da Região Conceição – parte 1



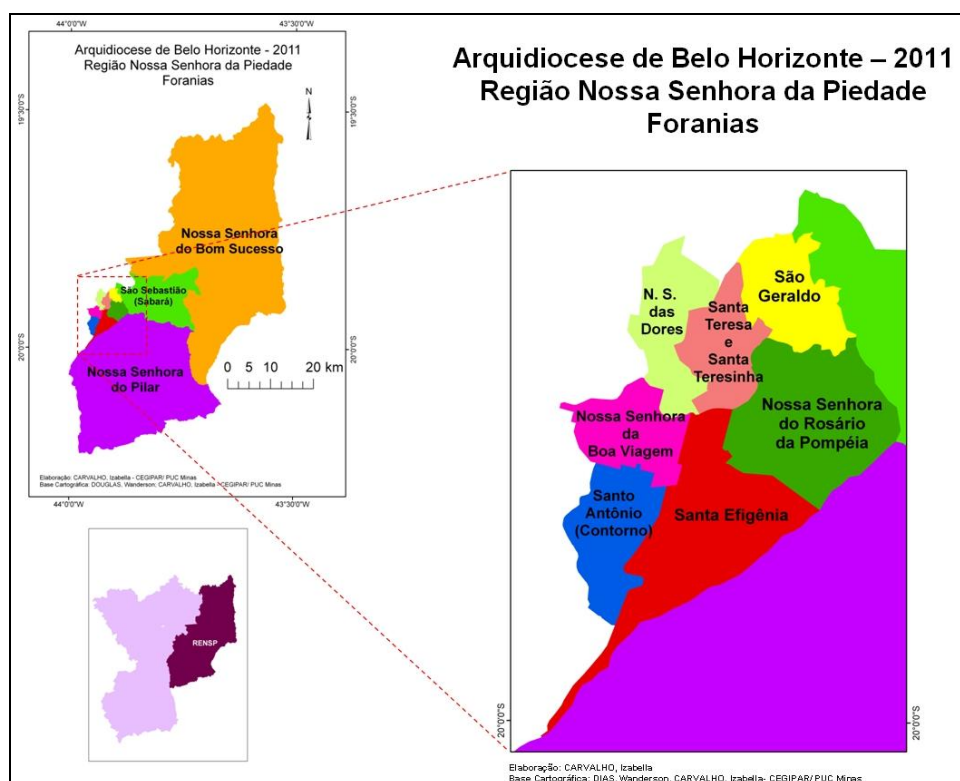
Mapa 34 – Arquidiocese de Belo Horizonte – 2011 – Foranias da Região Conceição – parte 2



Mapa 35 – Arquidiocese de Belo Horizonte – 2011 – Foranias da Região Esperança



Mapa 36 – Arquidiocese de Belo Horizonte – 2011 – Foranias da Região Piedade – parte 1



Mapa 37 – Arquidiocese de Belo Horizonte – 2011 – Foranias da Região Piedade – parte 2

Após a apresentação das circunscrições eclesiais da Arquidiocese de Belo Horizonte até o nível forâneo, cabe então expor mapas que exemplificam a aplicação de um SIG aos dados de uma pastoral, organizados no nível paroquial. Os dados dos mapas a seguir fazem parte da Pesquisa do Dízimo (2008-2010), realizada pelo Secretariado Arquidiocesano da Pastoral do Dízimo em parceria com o Cegipar – Centro de Geoprocessamento de Informações Pastorais e Religiosas – órgão da PUC Minas.

A Pesquisa do Dízimo (2008-2010) abrange dados referentes à paróquia e ao informante, à estrutura e organização da arrecadação do dízimo, à modalidade de arrecadação e à administração dos recursos. Somente parte dos dados pesquisados será mostrada neste trabalho, pois se trata de uma

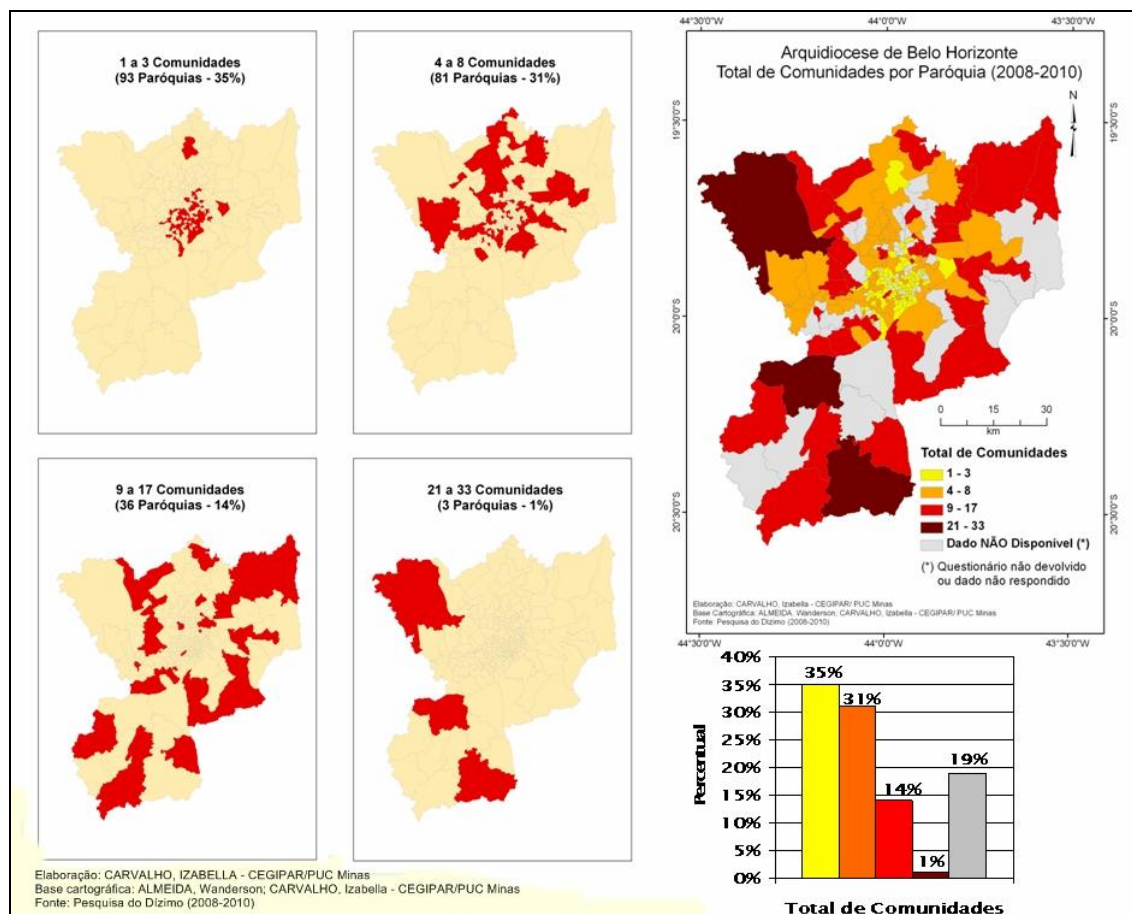
pesquisa extensa cujos dados interessam normalmete àqueles que lidam diretamente com a questão.

4.2.1 Uma visão espacial sobre alguns dados da Pesquisa do Dízimo

A Arquidiocese de Belo Horizonte é constituída por 262 paróquias. Destas, somente 85% retornaram o questionário da pesquisa. Porém, nem todas as paróquias que retornaram o questionário o preencheram-no devidamente ou têm um trabalho específico com o dízimo.

Logo, somente as paróquias que têm um trabalho específico com o dízimo e responderam à grande parte das questões do questionário foram consideradas na pesquisa.

O primeiro mapa a ser apresentado é o do total de comunidades por paróquia.



Mapa 38 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Total de comunidades por paróquia (2008 – 2010)

A distribuição do número de comunidades por paróquias pode ser classificada em quatro grupos: o primeiro grupo é constituído por paróquias que possuem de 1 a 3 comunidades e são 35% do total. O segundo grupo é formado por Paróquias que têm entre 4 e 8 comunidades e perfazem 31% do total. O terceiro grupo é formado por paróquias que têm entre 9 e 17 comunidades e constituem 14%. O quarto e último grupo é composto por paróquias que têm entre 21 e 33 comunidades, sendo 1% do total. Os 19% restantes não foram classificados, pois alguns informantes não responderam à pergunta ou não devolveram o questionário.

Espacialmente, as paróquias menores¹⁰ tendem a se concentrar na porção central do território da Arquidiocese. As paróquias médias se distribuem a partir da porção central em direção ao norte. As paróquias grandes ou muito grandes se distribuem em direção à periferia arquidiocesana, o que pode ser observado no mapa 38.

O cálculo das medidas de tendência central para o total de comunidades de cada paróquia indica os seguintes valores. O número total de paróquias que informaram o total de comunidades foi 213. A moda é igual 1, sendo que 51 paróquias informaram esse valor. A mediana é igual a 4, valor da 107ª posição dos dados ordenados. O número total de comunidades da Arquidiocese de Belo Horizonte declarado na pesquisa é 1 112, e a sua média aritmética é igual a 5,22 comunidades.

Por sua vez, o cálculo das medidas de dispersão para o total de comunidades de cada paróquia indica os seguintes valores. A amplitude dos dados é 32, pois o valor mínimo é 1 e o máximo é 33. O desvio padrão é igual a 4,55 e o coeficiente de dispersão é igual a 87%.

O valor de 87% para o coeficiente de dispersão implica em uma variação considerável no número de comunidades por paróquias da Arquidiocese de Belo Horizonte.

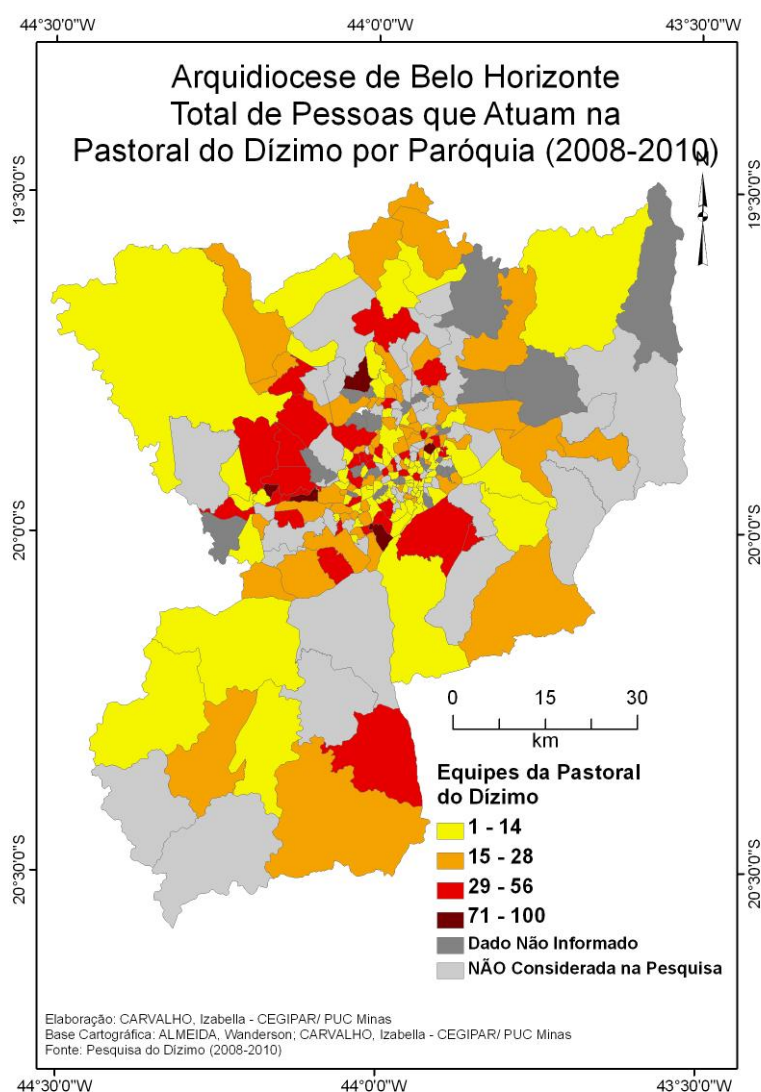
Além do total de comunidades existentes, o número de pessoas que atuam na Pastoral do Dízimo é um dado significativo que merece ser mapeado.

As equipes da Pastoral do Dízimo contam com um total de 3 744 pessoas atuando em 183 Paróquias. Esse número certamente é maior, visto

¹⁰ A classificação “menor”, “média”, “grande” e “muito grande” se refere ao número de comunidades em cada paróquia e não à sua dimensão espacial.

que somente 183 paróquias informaram o número de agentes da Pastoral do Dízimo.

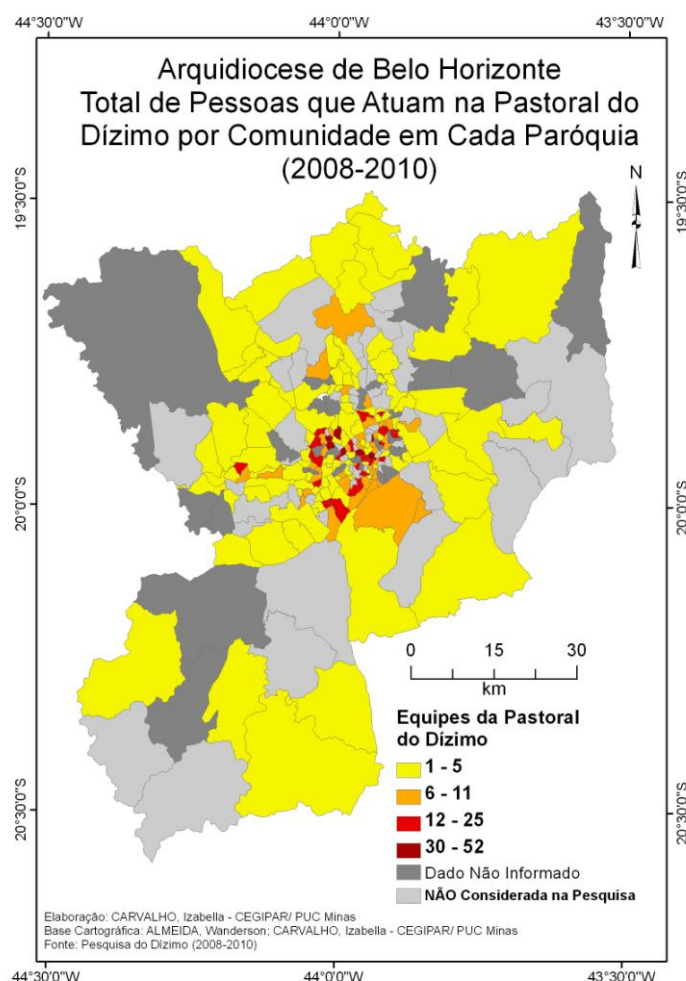
Os mapas 39 e 40, a seguir, possibilitam observar a distribuição espacial das pessoas que atuam na Pastoral do Dízimo. O mapa 39 indica uma tendência de uma maior concentração de agentes da Pastoral do Dízimo nas paróquias que ocupam a porção central da Arquidiocese.



Mapa 39 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Total de pessoas que atuam na Pastoral do Dízimo por paróquia (2008 – 2010)

O mapa 40, por sua vez, mostra a distribuição espacial do total de agentes da Pastoral do Dízimo por comunidade em cada paróquia. Neste

mapa, a tendência de o maior número de agentes se concentrar nas paróquias que estão situadas na porção central do território arquidiocesano se acentua.



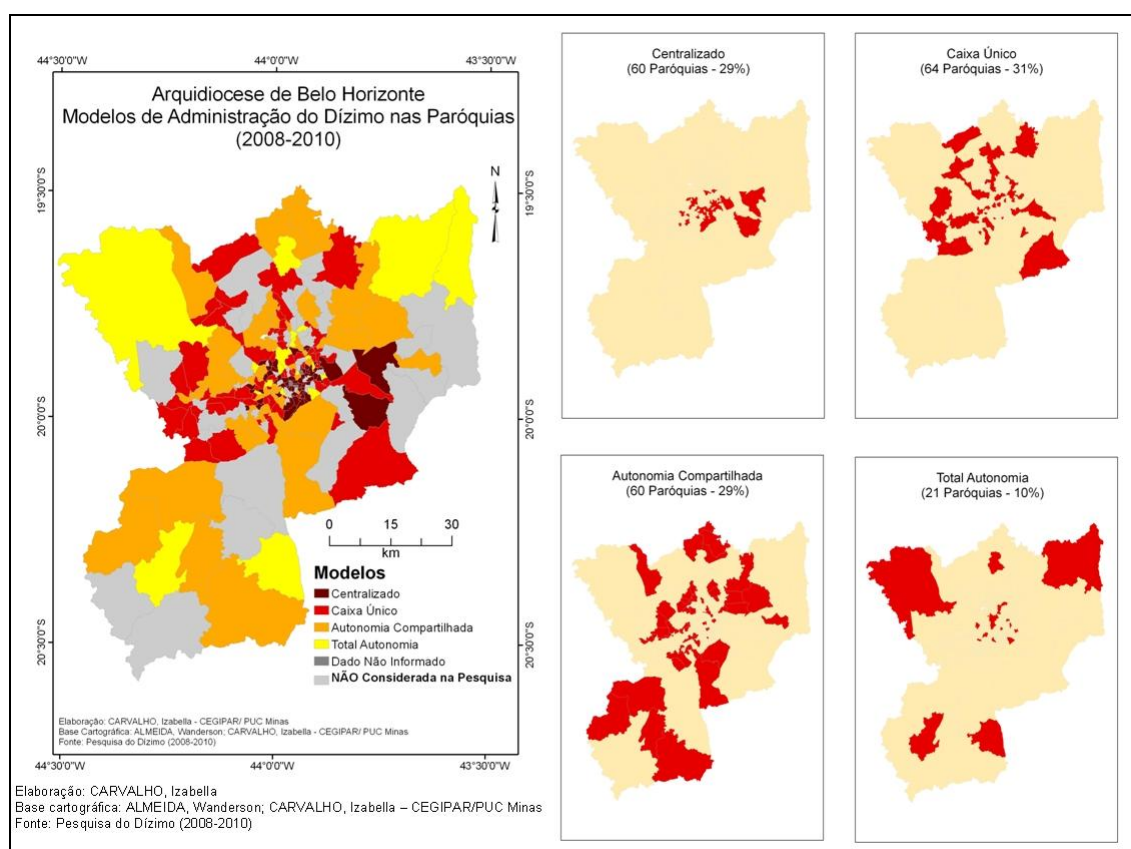
Mapa 40 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Total de pessoas que atuam na Pastoral do Dízimo por comunidade em cada paróquia (2008 – 2010)

Finalmente, o mapa 41 expõe quatro modelos de administração do dízimo nas paróquias: (1) centralizado, (2) caixa único, (3) autonomia compartilhada e (4) total autonomia.

No modelo centralizado, somente a comunidade sede, ou matriz, arrecada e administra dízimos em toda a paróquia. No modelo de caixa único, as comunidades repassam todo o dízimo arrecadado para a sede, que administra os recursos, contemplando todas as comunidades. No modelo de

autonomia compartilhada, cada comunidade administra seus recursos, repassando uma parte para a sede paroquial. No modelo de total autonomia, cada comunidade administra seus recursos, sem repasses para a sede.

Os modelos de administração do dízimo nas paróquias, apresentados no mapa 41, indicam que, espacialmente, a centralidade na gestão decresce do centro para a periferia. Periferia considerada como espaço geográfico e não como espaço de exclusão econômica e social.



Mapa 41 – Arquidiocese de Belo Horizonte – Modelos de administração do dízimo nas paróquias (2008 – 2010)

Logo, de uma maneira geral, considerando-se o espaço da Arquidiocese de Belo Horizonte, pode-se afirmar que, a partir do centro, em direção à periferia, há um crescimento no número de comunidades por paróquia e um decréscimo tanto no número de agentes da pastoral do dízimo, bem como na centralização de sua gestão.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção da base de dados cartográfica das paróquias, foranias e regiões episcopais da Arquidiocese de Belo Horizonte foi o fruto de um trabalho embrionário iniciado há alguns anos no Departamento de Geografia da PUC Minas, com o desenvolvimento do *Atlas da Arquidiocese de Belo Horizonte – municípios de Belo Horizonte e Contagem*. Posteriormente, a partir do ano de 2005, com a criação do Cegipar, a elaboração em formato digital das delimitações das paróquias que não foram contempladas naquele atlas foi sendo construída. Entretanto, a base cartográfica de cada paróquia foi criada individualmente utilizando-se o *software* AutoCAD, o que impossibilitava a elaboração de análises espaciais, pois não era possível criar conexões mais complexas entre a base georreferenciada e os dados de atributo.

O grande diferencial deste trabalho foi converter e unir cada um dos limites paroquiais em uma só base cartográfica utilizando um SIG, o que possibilitou efetuar a análise espacial dos dados da Pesquisa do Dízimo.

Além da contribuição citada, a criação da base de dados georreferenciada das dioceses e arquidioceses do Regional Leste 2 possibilitará que outras pesquisas de cunho analítico-espacial se realizem para cada uma dessas circunscrições.

Se, por um lado, os mapas aqui apresentados permitem uma visão geral da distribuição da população dos municípios e do percentual de adeptos das religiões nos municípios das dioceses e arquidioceses do Regional Leste 2 e, de maneira específica, da Arquidiocese de Belo Horizonte, os mapas da distribuição do total de comunidades, do total de agentes da Pastoral do Dízimo

por paróquia e o dos modelos de gestão do dízimo, muito mais que revelar tendências ou lacunas espaciais, mostram como um SIG pode auxiliar na solução de problemas de ordem pastoral nas escalas paroquial, forânea, regional e diocesana. Um exemplo concreto dessa aplicação seria a elaboração de material de apoio à formação dos agentes da pastoral do dízimo baseado nos quatro modelos de administração apresentados, enfatizando onde estes modelos são comumente adotados.

Este trabalho é um primeiro passo de um longo caminho ainda a ser explorado. A partir da base de dados elaborada, outras pesquisas já se iniciaram. Espero que, também em muitas outras arquidioceses e dioceses, outras pesquisas se desenvolvam e que, acima de tudo, estas sejam um instrumento de promoção da solidariedade entre as pessoas.

Referências

ABREU, João Francisco. **Métodos de Análise Espacial**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2004. Notas de aula.

ABREU, João Francisco. Sistemas de informações geográficas e manufatura integrada por computador: GIS e CIM – uma análise exploratória. In: COSTA JÚNIOR, P. P. e MARKUS, M. **Manufatura integrada por computador: contexto, tendência, técnicas**. Belo Horizonte: Fundação CEFETMINAS, 1995.

AMORIM FILHO, Oswaldo Bueno. A Evolução do Pensamento Geográfico e suas Consequências sobre o ensino de Geografia. **Revista Geografia e Ensino**, Belo Horizonte, v.1, n1, p.5-18, março 1982.

AMORIM FILHO, Oswaldo Bueno. **A Evolução do Pensamento Geográfico e a Fenomenologia**. Belo Horizonte. , PPG/TIE-PUC Minas, 2001.

AMORIM FILHO, Oswaldo Bueno. **A pluralidade da Geografia e as abordagens humanistas/culturais**. Belo Horizonte, PPG/TIE-PUC Minas, 2007, 22 p.

AMORIM FILHO, Oswaldo Bueno. CEPEIGE/IPGH: Las mas Recentes Reflexiones sobre la Evolucion del Pensamiento Geográfico. In: **Paisages Geográficos**, Quito, v. XIII, n. 27, 1993, p. 16-28.

AMORIM FILHO, Oswaldo Bueno. **Reflexões sobre as tendências teórico-metodológicas da Geografia**. Belo Horizonte, IGC-UFMG, 1985, 56 p.

ANDRADE, Manuel Correia de. **Geografia, Ciência da Sociedade**: uma introdução à análise do pensamento geográfico. São Paulo: Atlas, 1987, 143 p.

ANUÁRIO CATÓLICO DO BRASIL. **Anuário Católico do Brasil**. Rio de Janeiro: CERIS, 2005. 2v.

BERRY, Brian. J. L. Approaches to regional analysis: a synthesis. In: BERRY, Brian J. L.; MARBLE, Duane F. (Ed.) **Spatial analysis: a reader in statistical geography**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1968, p. 24-34.

BUNCHAFT, Guenia; KELLNER, Sheilah R. De O.; HORA, Luisa Helena M. da. **Estatística Sem Mistérios**. 2 ed. rev. Petrópolis: Vozes, 1997.

BURTON, Ian. A revolução quantitativa e a geografia teórica. **Boletim de Geografia Teórica**, Rio Claro, v. 7, n. 13, p. 63-84, 1977.

BURTON, Ian. The Quantitative Revolution and Theoretical Geography. **The Canadian Geographer**. _____, v7, p. 63-84, 1963

CÂMARA, Gilberto; CASANOVA, Marco A.; HEMERLY, Andréa S.; MAGALHÃES, Geovane C.; MEDEIROS, Cláudia M. B. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Instituto de Computação da UNICAMP, 10ª Escola de Computação, 1996.

CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira; MEDEIROS, José Simeão. Fundamentos Epistemológicos da Ciência da Geoinformação. In: **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001 Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap5-epistemologia.pdf>> Acesso em: 30 jan. 2008.

CARVALHO, Izabella Faria de. **Instrução programada para confecção de mapas coropléticos**: uma análise exploratória utilizando-se o MapInfo Professional 7.0. 2005. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Tratamento da Informação Espacial.

CARVALHO, Marília Sá; PINA, Maria de Fátima de; SANTOS, Simone Maria dos; Organização Pan-Americana de Saúde. **Conceitos básicos de sistemas de informação geográfica aplicados à saúde**. Brasília: Ministério da Saúde: Organização Pan-Americana da Saúde, 2000. 122 p.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. 6. ed. total. rev. e ampl. São Paulo: Paz e Terra, 2002. 698 p.

CASTRO, José Flávio M.; UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO. **Princípios de Cartografia Sistemática, Cartografia Temática e Sistema de Informação Geográfica (SIG)**. Rio Claro: UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 1996. 40 p.

CHRISTOFOLETI, Antonio. As características da Nova Geografia In: **Perspectivas da Geografia**. São Paulo: Difel, 1982a. p. 71-101.

CHRISTOFOLETI, Antonio. As perspectivas dos estudos geográficos In: **Perspectivas da Geografia**. São Paulo: Difel, 1982b. p. 11-36.

ELMIRO, Marcos A. T. E. **Fundamentos de Cartografia e Geoprocessamento** - Apostila. Belo Horizonte: UFMG, 2001.

FREUND, John E. **Estatística Aplicada: Economia, Administração e Contabilidade**. – 11 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 536 p.

FURUTI, Carlos A. **Map Projections**. 2008. Disponível em: <<http://www.progonos.com/furuti/>> Acesso em: 30 jan. 2008.

GERARDI, Lucia Helena de Oliveira; SILVA, Barbara-Christine Nentwig. **Quantificação em geografia**. São Paulo: DIFEL, 1981. 161 p.

GRIPP Junior, Joel. **Representações Cartográficas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1988. Notas de aula.

HETTNER, A. Die Methode und das System der Geographie (originalmente publicado em 1895) In **Probleme der Allgemeinen Geographie**; Herausgegeben von Ernst Winkler, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1975.

HUOT, Réjean. **Métodos Quantitativos para as Ciências Humanas**. Lisboa: Instituto Piaget, 2002. 381 p.

IBGE. Departamento de Cartografia. **Noções Básicas de Cartografia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 130 p. (Manuais Técnicos em Geociências; 8).

KORTE, George. **The GIS book**. 4th ed. upd. and exp. Santa Fe: ONWORD, 1997. 414 p.

LEVIN, Jack. **Estatística Aplicada a Ciências Humanas**. 2.ed. São Paulo: Harbra, 1987. 392 p.

LIBAULT, André. **Geocartografia**. São Paulo: Nacional: EDUSP, 1975. 388 p.

LONGLEY, Paul A.; GOODCHILD, Michael F.; MAGUIRE, David J.; RHIND, David W. **Geographic Information Systems and Science**. London: John Wiley & Sons, 2001. 454 p.

LONGLEY, Paul A.; GOODCHILD, Michael F.; MAGUIRE, David J.; RHIND, David W. **Geographic Information Systems and Science**. Chichester:: John Wiley & Sons, 2001. 454 p.

MAGUIRE, D. J.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. **Geographical information systems: principles and applications**. New York: Longman Scientific & Technical, 1991. 2v.

MANN, Prem S. **Introdução à Estatística**.- 5 ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 2006. 758 p.

MARTIN, David. **Geographic information systems: socioeconomic applications**. 2nd ed. London; New York: Routledge, 1996. 210 p.

MARTINS, Gilberto de A.; DONAIRE, Denis. **Princípios de Estatística**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1979. 255p

MUZZARELLI, Aurélio; ABREU, João Francisco de. **Introduzione ai sistemi informativi geografici** - Introdução aos sistemas de informações geográficas. Milano: Franco Angeli, 2003. 294 p.

MUZZARELLI, Aurélio; ABREU, João Francisco de. **Introduzioni ai sistemi informativi geografici** – Introdução aos sistemas de informações geográficas, Milano: Franco Angeli, 2003. 294 p.

NAISBITT, John. **Paradoxo global**: quanto maior a economia mundial, mais poderosos são os seus protagonistas menores: nações, empresas e indivíduos. Rio de Janeiro: Campus, 1994. 333 p.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS.. Departamento de Geografia. **Atlas da Arquidiocese de Belo Horizonte, volume 1:** municípios de Belo Horizonte e Contagem. Belo Horizonte: PUC-MG, Departamento de Geografia, 2003 . 223p.

ROBINSON, Arthur H.; SALE, Randall D. **Elements of Cartography**. 3 ed. New York: John Wiley & Sons, 1969. 415 p.

SANTOS, Maria do Carmo S. R. **Manual de fundamentos cartográficos e diretrizes gerais para elaboração de mapas geológicos, geomorfológicos e geotécnicos**. São Paulo: Secretaria da Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989. 52 p.

SCHAEFER, Fred K. Exceptionalism in Geography: a methodological examination. **Annals of the Association of American Geographers**. Washington, DC, v. 43, n. 3, p. 5-37. 1953.

SCHAEFER, Fred K. O excepcionalismo na Geografia: um estudo metodológico. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro, v. 7, n. 13, p. 5-37, 1977.

SNYDER, John. **Map Projections – A Working Manual**. U.S. Geological Survey Professional Paper 1395. Washington: United States Government Printing Office, 1987, 383 p.

USA. United States Department of Interior. **Map Projections**. Reston: USGS Mapping Applications Center, 2000. Disponível em <<http://erg.usgs.gov/isb/pubs/MapProjections/projections.html>> Acesso em: 30 jan. 2008.

USA. United States Department of Interior. **Map Projections: From Spherical Earth to Flat Map**. Washington, DC: National Atlas, 2007. Disponível em <http://www-atlas.usgs.gov/articles/mapping/a_projections.html> Acesso em: 30 jan. 2008.