

Luciana Cordeiro Andrade

O Uso do Cartograma de Densidade Equalizada
na Apresentação de Dados Temáticos

XII Curso de Especialização em Geoprocessamento
2010



UFMG
Instituto de Geociências
Departamento de Cartografia
Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha
Belo Horizonte
cartog@igc.ufmg.br

Luciana Cordeiro Andrade

**O Uso do Cartograma de Densidade Equalizada
na Apresentação de Dados Temáticos**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de especialista em Geoprocessamento. Curso de especialização em Geoprocessamento. Departamento de Cartografia. Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientador: Prof. Clodoveu Augusto Davis Júnior

BELO HORIZONTE

2010

Andrade, Luciana Cordeiro

O uso do cartograma de densidade equalizada na apresentação de dados temáticos[manuscrito]/ Luciana Cordeiro Andrade. - 2010.

xi, 42 f.: il. Color.

Monografia (especialização em Geoprocessamento) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2010.

Orientador: Prof. Clodoveu Augusto Davis Júnior

1. Cartograma. 2. Density-equalizing maps 3. Mapas temáticos 4. Visualização de informação geográfica. I. Título.

Aluno (a) Luciana Cordeiro Andrade

Monografia defendida e aprovada em cumprimento ao requisito exigido para obtenção do título de Especialista em Geoprocessamento, em 24 de novembro de 2010, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:

Prof. Dr. Clodoveu Augusto Davis Júnior

Profa. Dra. Karla Albuquerque de V.Borges

DEDICATÓRIA

Para minha grande família, principalmente irmãs e filha,
meu porto seguro;

Em especial para minha mãe e minha irmã madrinha
pelo incentivo constante à curiosidade e à procura do saber;

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Vale na pessoa do gerente Jonas Chagas pela oportunidade da minha participação nesta pós-graduação.

Aos professores do Curso de Especialização em Geoprocessamento, pela dedicação e disponibilidade.

Aos colegas do Curso de Especialização em Geoprocessamento, pela troca de idéias e apoio recebido sempre.

À minha pequena família pela compreensão dos dias de tempo curto.

A Luanda Felipe pelo apoio nos primeiros momentos de dificuldade.

A equipe da área de GeoInformação da Vale pela ajuda e incentivo, em especial Patrícia Procópio, Rafael Ferreira, Wanda Vinaud e Renata Luz.

RESUMO

Cartograma é um tipo de mapa que representa a densidade de uma determinada variável escolhida sobre a área de sua ocorrência ao invés de simples apresentação da área. Os contornos originais da área são deformados em função do peso desta variável. A conformidade com os limites originais da superfície são preservados ao máximo. Foram gerados, através de um programa específico que implementa uma técnica de equalização de mapas pela densidade, cartogramas de dez diferentes temas do Brasil. Os dados utilizados são oficiais e foram extraídos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e também do Tribunal Superior Eleitoral. Estes cartogramas foram analisados e comparados com dados tabelados, gráficos e mapas coropléticos correspondentes aos mesmos dados. Foi analisada também a utilização de taxas como variável de peso na geração do cartograma. Ficou evidenciada a clareza da informação apresentada nos cartogramas.

Palavras-chave: Cartograma, Density-equalizing maps, Mapas temáticos, Visualização de informação geográfica.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Passos para a geração do Cartograma no ScapeToad 1.1	19
Figura 2 – Segunda grade gerada pelo ScapeToad 1.1 na geração do cartograma de população do Brasil	20
Figura 3 – Mapa de área do Brasil	24
Figura 4 - Mapa da população do Brasil (Censo 2000)	25
Figura 5 - Mapa da população do Brasil (Censo 2010)	25
Figura 6 - Detalhe do cartograma de População Indígena no Brasil - 2005	26
Figura 7 - Mapa da população analfabeta em 2005	35
Figura 8 - Mapa de percentual da população analfabeta em 2005	35
Figura 9 - Mapa resultado da Votação 2º. Turno	40
Gráfico 1 - População do Brasil por Estados (Censo 2000/2010)	23
Cartograma 1 – População Censo 2000	24
Cartograma 2 - População Censo 2010	24
Cartograma 3 – População indígena no Brasil - 2005	27
Cartograma 4 – População Censo 2000	27
Cartograma 5 – População Brasil 2009	28
Cartograma 6 – Áreas em igualdade	28
Cartograma 7 – População de cor preta	29
Cartograma 8 – População de cor branca	29
Cartograma 9 – População de cor parda	29
Cartograma 10 – População de cor amarela ou raça indígena	29
Cartograma 11 – População de cor Preta (%)	30
Cartograma 12 – População de cor branca(%)	30
Cartograma 13 – População de cor parda(%)	30
Cartograma 14 – População de cor amarela ou raça indígena(%)	30
Cartograma 15 – População de 10 anos ou mais em 2005	32
Cartograma 16 – População de 10 anos ou mais que utilizou internet em 2005	32
Cartograma 17 – População de 10 anos ou mais em 2008	32

LISTA DE ILUSTRAÇÕES - Cont

Cartograma 18 – População de 10 anos ou mais que utilizou internet em 2008	32
Cartograma 19 – % da população potencial do Estado com uso da internet em 2005	33
Cartograma 20 – % da população potencial do Estado com uso da internet em 2008	33
Cartograma 21 – População com 15 anos ou mais em 2005	34
Cartograma 22 – População com 15 anos ou mais em 2005 analfabeta	34
Cartograma 23 – Total de domicílios particulares em 2006	36
Cartograma 24 - Total de moradores em domicílio que recebeu transferência de renda em 2006	36
Cartograma 25 – Crianças nascidas em 2008	37
Cartograma 26 – Crianças nascidas com baixo peso em 2008	37
Cartograma 27 – Fumantes em 2008	38
Cartograma 28 – População acima de 70 anos em 2009	38
Cartograma 29 – Posse de celular em 2005	38
Cartograma 30 – Posse de celular em 2008	38
Cartograma 31 – Votos válidos total 1º. turno	39
Cartograma 32 – Votos válidos Dilma 1º. turno	39
Cartograma 33 – Votos válidos Serra 1º. turno	39
Cartograma 34 – Votos válidos Marina 1º. turno	39
Cartograma 35 – Votos válidos Dilma 2º. turno	40
Cartograma 36 – Votos válidos Serra 2º. turno	40
Cartograma 37 – Resultado de votação 2º. turno	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – População Brasil 2000/2010 e crescimento percentual por Estado	22
Tabela 2 – População indígena do Brasil em 2005	26
Tabela 3 – População total e respectiva distribuição por cor ou raça segundo as Unidades da Federação - 2009	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Apresentação	12
1.2 Objetivos	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
3 MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1 Dados do Estudo	16
3.1.1 Sobre o Tipo de Dados do Estudo	16
3.1.2 Sobre a Apresentação dos Dados Gerados	17
3.2 Processo para Geração dos Cartogramas	17
3.3 Metodologia	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 Tema: População Total	22
4.2 Tema: População indígena 2005	25
4.3 Tema: Distribuição de População Segundo a Cor	28
4.4 Tema: Uso da Internet	32
4.5 Tema: Analfabetismo	34
4.6 Tema: Transferência de Renda	36
4.7 Tema: Crianças com Baixo Peso	37
4.8 Tema: Fumantes, População idosa e Posse de celular	38
4.9 Tema: Votação 2010 1º. Turno	39
4.10 Tema: Votação 2010 2º. Turno	40
5 CONCLUSÕES	41
6 REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

O Brasil tem sido retratado desde seu conhecimento. Inicialmente este retrato se deu a partir dos tratados entre Portugal e Espanha, utilizando-se da linha imaginária de “Tordesilhas” para o mapeamento de uma de suas bordas. Houve tempo em que os desenhos manuais eram cuidadosamente elaborados pelos então viajantes detalhando este espaço visto e visitado. Atualmente tecnologia avançada como a de radares e sensores espaciais produzem mapas-imagem com qualidades métricas da área do território em questão. Com variadas precisões e escalas, o mapeamento sempre teve como base o elemento área.

Por outro lado, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realiza um levantamento minucioso dos dados de toda a população por meio do Censo Demográfico. Outras pesquisas realizadas por amostras, complementam com informações diversas uma grande base de dados abrangendo inúmeros indicadores e temas como população, economia, infra estrutura urbana e mapeamento geográfico cujo objetivo é “produzir documentos cartográficos em escalas compatíveis com os levantamentos dos aspectos culturais, quanto à ocorrência e distribuição espacial”.¹

Apresentar uma visualização destes dados, permitindo ao expectador a interpretação direta da informação em questão sempre foi uma busca de geógrafos, cartógrafos e tantos outros estudiosos da sociedade, espaço, representação e demais interessados em mostrar e publicar uma realidade social muitas vezes ignorada, camuflada ou mesmo escondida.

¹ http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_geog_int.shtm acessado em 19/09/2010

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a utilização do cartograma como instrumento de fácil visualização, interpretação e entendimento de dados temáticos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Apresentar, por meio de cartogramas, um subconjunto de dados dos Estados brasileiros disponíveis em bases de dados oficiais do Brasil.
- Avaliar a facilidade de leitura e interpretação da informação apresentada nos cartogramas.
- Analisar os cartogramas gerados a partir de dados quantitativos e percentuais e sua correspondência com a informação a ser apresentada.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O conceito de cartograma na literatura ainda é bastante controverso. Enquanto o IBGE apresenta em seu Glossário Cartográfico uma definição clássica para cartograma, não fazendo referência à conformidade de área, outros autores consideram o cartograma como um mapa onde há uma deformação em relação à variável apresentada:

Cartograma

É um esquema representativo de uma superfície ou parte dela, sobre a qual são apresentadas informações quantitativas e qualitativas, de eventos geográficos, cartográficos e socioeconômicos (IBGE,2010).

Conforme SANCHEZ (1973, apud Boletim Goiano de Geografia), o cartograma é um tipo de representação que lida menos com a exatidão das coordenadas geográficas e se preocupa mais com as informações que serão objeto de distribuição espacial no interior do mapa, de forma que o usuário possa visualizar seu comportamento espacial.

BRUNET et al (1993, apud DUTENKEFER,2010) adverte em seu dicionário que o termo “*cartogramme*” deve ser evitado pela sua ambiguidade que designa tanto uma carta estatística ou que possui uma série de diagramas quanto anamorfozes que seriam também chamadas de transformações morfotemáticas.

Em seu trabalho sobre anamorfozes em mapas, DUTENKEFER (2010) traça um extenso histórico sobre termos e definições acerca das transformações efetuadas sobre o fundo de mapa tradicional, euclidiano. O conceito de transformação do mapa utilizando-se de uma variável temática que exerce um “peso” ou “força” sobre a superfície provocando dilatação ou contração desta superfície, ora é tratado dentro das definições de anamorfose ora tratado dentro das definições de cartograma.

De acordo com NEWMAN (2006), a definição de cartograma é o tipo de mapa que apresenta as áreas com seu tamanho redesenhado de forma proporcional a uma variável de interesse. Em conjunto com Michael T. Gastner, Newman desenvolveu uma técnica de equalização de mapas a partir da difusão linear proposta pela física elementar denominada “*Diffusion-based method for producing density-equalizing maps*” (GASTNER M. T, NEWMAN M.E.J, 2004). Sua técnica foi utilizada para a geração de uma coleção de

cartogramas que podem ser vistos em WORLDMAPPER (2006) e uma análise destes cartogramas pode ser encontrada em BARFORD(2008).

Neste trabalho, o termo **mapa** identifica a representação baseada em fundo de superfície euclidiana, tradicional, enquanto o termo **cartograma** identifica a representação do mapa deformado a partir da variável de estudo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Dados do Estudo

A unidade básica escolhida para análise dos dados, comparações e representações foi o Brasil dividido nas suas 27 Unidades da Federação, também denominados Estados do Brasil. Esta escolha se deu em função da familiaridade do leitor (brasileiro) com o formato de área do país e seus limites político-administrativos.

Os dados apresentados neste trabalho foram obtidos dos sites oficiais indicados como fonte de dados, em arquivos no formato texto separado por vírgulas (*Comma Separated Values - csv*), convertidos em planilhas e agregados quando necessário.

Alguns dos valores foram calculados utilizando dados totais e percentuais provenientes da mesma fonte de dados e referentes à mesma pesquisa. Não houve cruzamento de dados de planilhas de origens distintas.

Abaixo estão listados os temas e as fontes de dados utilizadas:

- População Total → IBGE – Censo 2000 e Censo 2010
- População indígena 2005 → CEDOC/FUNAI, fevereiro de 1995
- Distribuição de População Segundo a Cor → IBGE – PNAD 2009
- Uso da Internet 2005/2008 → IBGE – PNAD 2005/2008
- Analfabetismo → IBGE – PNAD 2009
- Transferência de Renda → IBGE – PNAD 2006
- Crianças com Baixo Peso → Ministério da Saúde, Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos 2008
- Fumantes, População idosa e Posse de celular → IBGE, PNAD, 2005/2008/2009
- Votação 2010 1º. Turno e 2º. Turnos – TSE – Tribunal Superior Eleitoral - 2010

3.1.1 Sobre o Tipo de Dados do Estudo

Há na literatura sobre cartogramas uma indicação sobre a utilização de valores absolutos (quantitativos) em detrimento ao uso de taxas. Esta indicação parte de dois fatores principais:

- Os valores percentuais não são cumulativos enquanto os valores absolutos o são. Apresentando as informações absolutas, a interpretação do leitor para níveis de

detalhe agregado tende a ser correta, por exemplo, o total de acesso à internet na Região Sudeste é o somatório do acesso à internet dos Estados que a compõe. Esta leitura é automática. No caso de percentuais esta leitura não poderia ser feita.

- O outro fator considera a padronização dos mapas como facilitador da interpretação para toda a comunidade de leitores. Neste sentido, é indicada a utilização de apenas um tipo de variável que, reforçada pelo explicado no item anterior, recai sobre as variáveis absolutas.

No entanto, foram utilizados na geração de cartogramas para este trabalho, tanto dados absolutos (quantitativos) quanto dados percentuais. O tipo de dado é sempre indicado na referência do cartograma.

3.1.2 Sobre a Apresentação dos Dados Gerados

Os cartogramas gerados e listados neste trabalho para análise e discussão não apresentam todos os elementos requeridos na apresentação de um mapa. Desta forma, não são apresentados título, legenda, escala média, rosa dos ventos e fonte para todos os cartogramas, mas é apresentada a referência da variável de interesse (peso) utilizada na geração do cartograma. A fonte dos dados é citada na descrição do cartograma. O mapa base utilizado, conforme a unidade de análise escolhida, para todos os cartogramas, foi o mapa do Brasil com a divisão territorial apresentado na FIG. 3 (pág. 24).

Os dados foram agrupados em temas (assunto) de forma a organizar a apresentação dos resultados e análises.

Os cartogramas serão indicados no texto pela referência CART. (CARTOGRAMA).

3.2 Processo para a Geração dos Cartogramas

Todos os cartogramas apresentados neste trabalho foram gerados pelo programa ScapeToad versão 1.1. Este aplicativo foi desenvolvido por Dominique Andrieu (*Maison des Sciences de l'Homme, Université François-Rabelais, Tours*), Christian Kaiser

(361DEGRES, Lausanne) e Andre Ourednik (Chôros Laboratory, EPFL-ENAC-INTER) como parte do projeto “*Our Inhabited Space*” sob a direção do Professor Jacques Lévy, (Chôros Laboratory, EPFL-ENAC-INTER). Escrito em linguagem Java é um aplicativo para geração de cartogramas independente e de código aberto, que utiliza como arquivo de entrada um *shapefile* (formato de arquivo da *Environmental Systems Research Institute* - ESRI) permitindo a gravação do arquivo de saída tanto em formato *shapefile* quanto em formato SVG (*Scalable Vector Graphics* - formato de gráficos vetoriais de padrão aberto). Utiliza o método de Gastner T.M. & Newman M.E.J., “*Diffusion-based method for producing density-equalizing maps*”. Através deste método é calculada, utilizando-se da teoria da difusão linear, a densidade de uma variável de interesse em relação à área e então esta área é conformada proporcionalmente por esta densidade. No cartograma de população por Estados, por exemplo, o espaço geográfico apresentado para cada Estado é conformado de acordo com sua população. Os contornos originais são mantidos tanto quanto possível na feição final.

Mesmo sendo uma aplicação Java, ele está disponível em 3 versões devido ao requisito de memória da aplicação. São eles: Pacote para Mac OS X, executável para *Windows* e um arquivo JAR para plataforma Unix. Para este trabalho foi utilizada a versão *Windows* rodando sobre uma máquina com processador Intel Core i5, 2,4GHz, Memória RAM de 4Gb e Sistema Operacional de 64 bits *Windows 7*.

A condição para utilização do ScapeToad 1.1 é um arquivo de entrada *shapefile* contendo as áreas e a variável estatística que será utilizada para o cálculo da densidade e geração do novo polígono (área deformada). É necessário que as áreas originais estejam vetorizadas em polígonos contínuos e fechados, e respeitem duas propriedades:

- 1 - A área definida em unidade métrica;
- 2 - As regras topológicas para os polígonos:
 - Não haver sobreposição de polígonos;
 - Não haver fendas (buracos) entre polígonos
 - Contiguidade perfeita: Garantir pares de pontos para toda aresta de fronteira comum entre polígonos

A FIG. 1 apresenta os passos executados pelo aplicativo. São geradas duas grades. A primeira grade é gerada a partir do *shapefile* original (polígonos originais), é de tamanho regular, leva em consideração a extensão territorial total e métricas topográficas. Uma segunda grade é gerada a partir da primeira através de n iterações. É neste momento que é executado o algoritmo de difusão de Gastner & Newmam que atribui a cada “ponto” da grade um novo valor de densidade, proporcional ao peso da variável escolhida. São executadas entre 1 a 5 iterações podendo este valor ser ajustado a cada execução através do menu de Opções Avançadas da ferramenta ou quando da escolha do padrão de qualidade da execução. Para a opção de alta qualidade, foram executadas 4 iterações em todos os cartogramas apresentados neste trabalho.

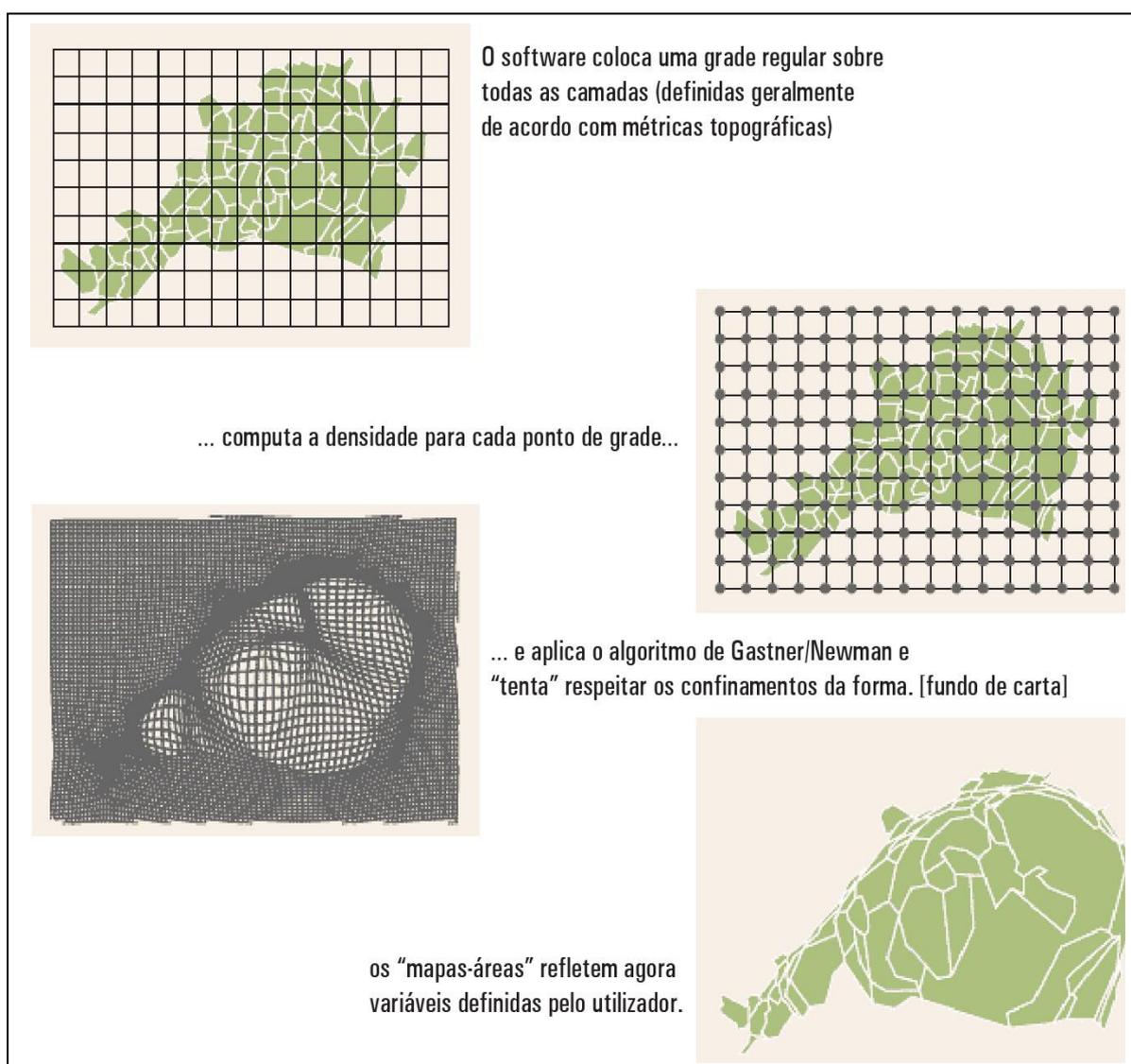


FIGURA 1 – Passos para a geração do Cartograma no ScapeToad 1.1
 FONTE: DUTENKEFER,2010

A FIG.2 abaixo representa a segunda grade gerada depois de 4 iterações sobre o mapa de área do Brasil dividido em Estados utilizando como variável estatística a população no ano 2000 para cada Estado.

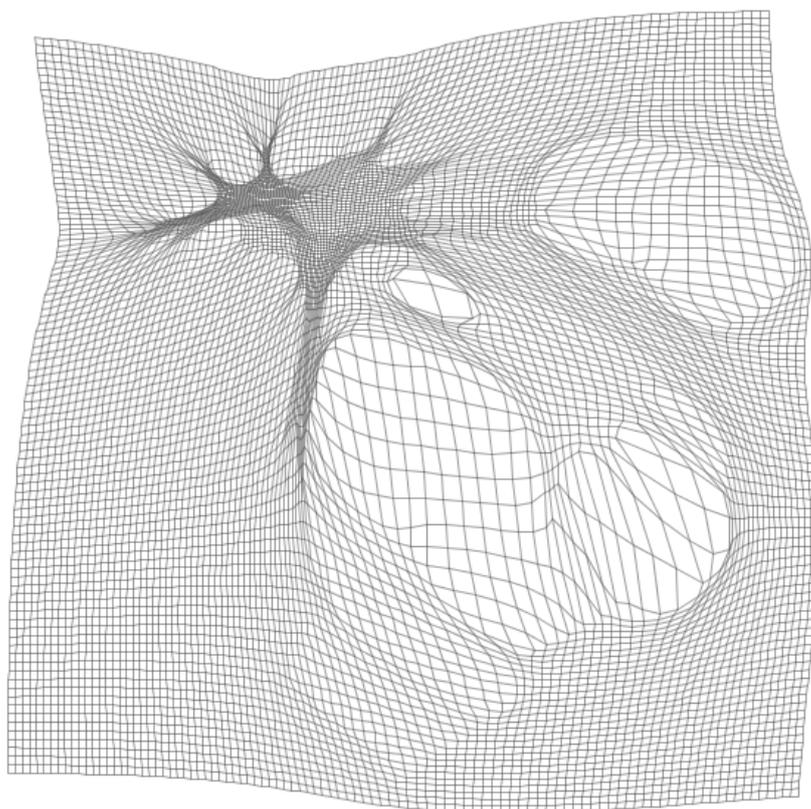


FIGURA 2 – Segunda grade gerada pelo ScapeToad 1.1 na geração do cartograma de população do Brasil.

O aplicativo gera como saída, além do cartograma a ser exportado, um relatório de processamento com os valores dos parâmetros utilizados, variáveis de entrada e estatística, e indicadores gerados no processamento.

Outros aplicativos disponíveis para a geração de mapas cujas áreas apresentam deformação e utilizam o algoritmo de Newman estão disponíveis na internet:

Cart – Programa em C para geração de Cartogramas (NEWMAN,2008). Este programa requer como arquivo de entrada a matriz de densidade do mapa de origem e produz como saída a matriz de densidade equalizada pela variável específica. É necessário

utilizar um programa de interpretação deste arquivo para sua visualização, disponível no mesmo site.

3.3 Metodologia

Os passos executados para a geração dos cartogramas foram:

- Instalação do ScapeToad 1.1
- Aquisição do *shapefile* do Brasil com Estados vetorizados
- Teste de abertura no ScapeToad
- Correção da topologia
- Seleção das variáveis de estudo
- Aquisição e preparação das variáveis de estudo em conjuntos por assunto
- Para um conjunto de variáveis do mesmo assunto
 - Geração de *shapefile* específico no ArcGis 9.3 após cruzamento dos dados com os dados correspondentes do *shapefile* do Brasil
 - Para cada variável do conjunto
 - Geração do Cartograma específico pelo aplicativo ScapeToad 1.1
 - Exportação do cartograma em formato *shapefile* no ScapeToad 1.1
 - Abertura do *shapefile* exportado no ArcGis 9.3 e aplicação da simbologia definida
 - Exportação em formato JPG

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados estão apresentados em forma tabular – dados numéricos coletados dos órgãos oficiais – além de representações em gráficos, mapas e nos cartogramas gerados pela ferramenta ScapeToad 1.1.

4.1 Tema: População Total

A TAB. 1 abaixo apresenta de forma numérica os valores de população total do Brasil por Estado nos anos 2000 e 2010. A partir destes dados de população, foram calculados o crescimento populacional ocorrido entre os anos, o percentual da população do Estado em relação à população total do Brasil e também a variação deste percentual no período.

TABELA 1 – População Brasil 2000/2010 e crescimento percentual por Estado

Estado	Sigla	População Total		Crescimento Populacional	% em relação à população total		Varição entre 2010 e 2000
		2000	2010	%	2000	2010	%
São Paulo	SP	36.969.476	39.924.091	0,08	21,80	21,50	-0,30
Minas Gerais	MG	17.866.402	19.159.260	0,07	10,53	10,32	-0,22
Rio de Janeiro	RJ	14.367.083	15.180.636	0,06	8,47	8,17	-0,30
Bahia	BA	13.066.910	13.633.969	0,04	7,70	7,34	-0,36
Rio Grande do Sul	RS	10.181.749	10.576.758	0,04	6,00	5,70	-0,31
Paraná	PR	9.558.454	10.266.737	0,07	5,64	5,53	-0,11
Pernambuco	PE	7.911.937	8.541.250	0,08	4,67	4,60	-0,07
Ceará	CE	7.418.476	8.180.087	0,10	4,37	4,40	0,03
Pará	PA	6.189.550	7.443.904	0,20	3,65	4,01	0,36
Maranhão	MA	5.642.960	6.424.340	0,14	3,33	3,46	0,13
Santa Catarina	SC	5.349.580	6.178.603	0,15	3,15	3,33	0,17
Goiás	GO	4.996.439	5.849.105	0,17	2,95	3,15	0,20
Paraíba	PB	3.439.344	3.753.633	0,09	2,03	2,02	-0,01
Espírito Santo	ES	3.094.390	3.392.775	0,10	1,82	1,83	0,00
Amazonas	AM	2.813.085	3.350.773	0,19	1,66	1,80	0,15
Rio Grande do Norte	RN	2.771.538	3.121.451	0,13	1,63	1,68	0,05
Alagoas	AL	2.819.172	3.093.277	0,10	1,66	1,67	0,00
Piauí	PI	2.841.202	3.086.448	0,09	1,68	1,66	-0,01
Mato Grosso	MT	2.502.260	2.954.625	0,18	1,48	1,59	0,12
Distrito Federal	DF	2.043.169	2.469.489	0,21	1,20	1,33	0,12
Mato Grosso do Sul	MS	2.074.877	2.404.256	0,16	1,22	1,29	0,07
Sergipe	SE	1.781.714	2.036.277	0,14	1,05	1,10	0,05
Rondônia	RO	1.377.792	1.535.625	0,11	0,81	0,83	0,01
Tocantins	TO	1.155.913	1.373.551	0,19	0,68	0,74	0,06
Acre	AC	557.226	707.125	0,27	0,33	0,38	0,05
Amapá	AP	475.843	648.553	0,36	0,28	0,35	0,07
Roraima	RR	324.152	425.398	0,31	0,19	0,23	0,04
Total		169.592.693	185.711.996	0,10	100,00	100,00	

Fonte: IBGE, Censo 2000/2010

O GRAF. 1 abaixo apresenta os valores de população total do Brasil por Estados nos anos de 2000 e 2010 em forma de colunas. É possível verificar o crescimento da população de todos os Estados e fazer um comparativo visual entre estes valores. A predominância da população de São Paulo sobre os outros estados é claramente identificada. A proporção deste valor em relação aos demais Estados também pode ser estimada visualmente.

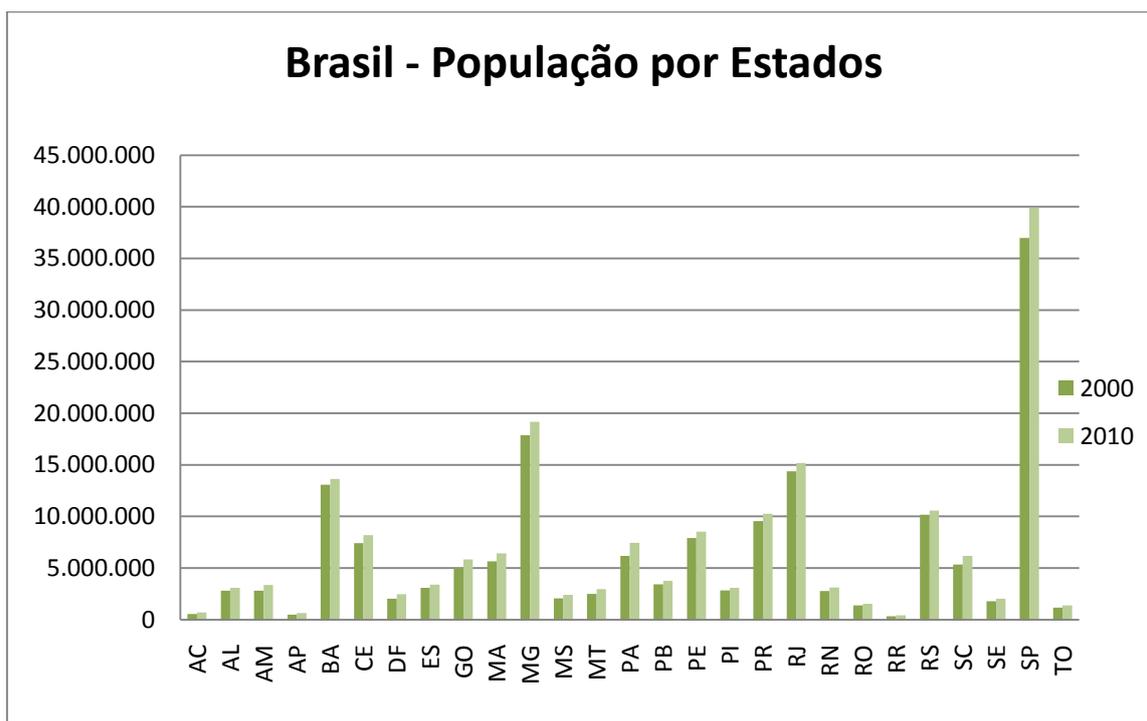


GRÁFICO 1—População do Brasil por Estados (Censo 2000/2010)

O mapa base utilizado neste trabalho para a geração de todos os cartogramas foi o mapa de área do Brasil e seus limites de Estados apresentado abaixo (FIG.3).

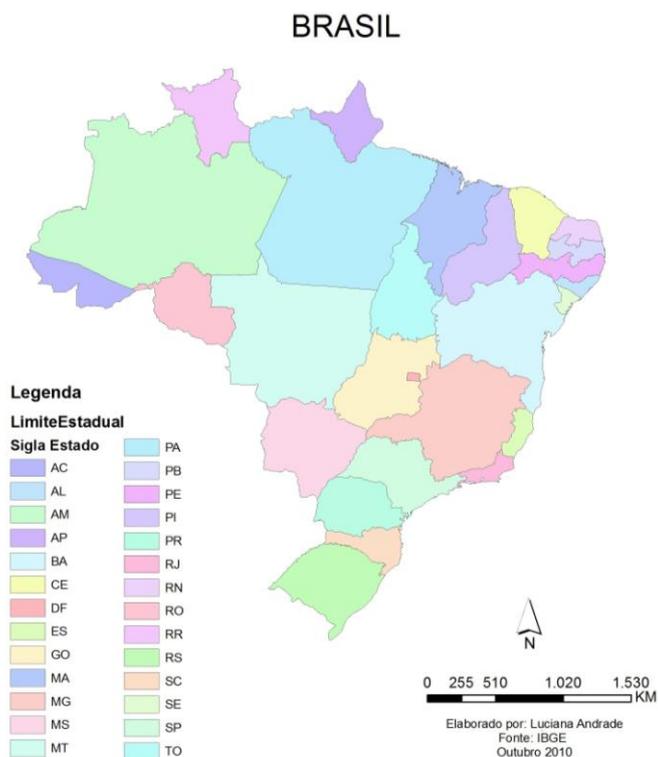
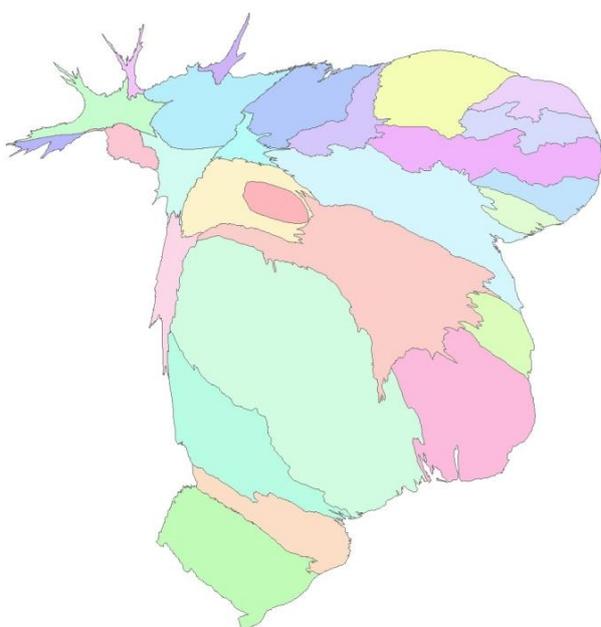
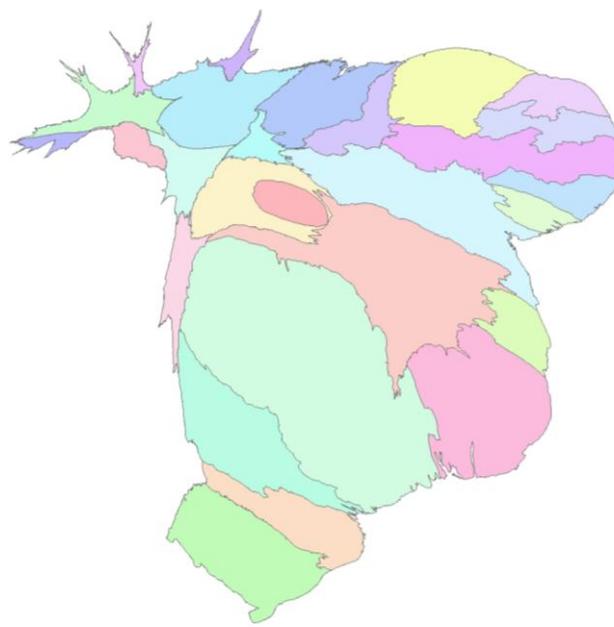


FIGURA 3 - Mapa de área do Brasil

Abaixo são apresentados os cartogramas gerados com valores de população total por Estado referentes ao Censo 2000 (CART. 1) e Censo 2010 (CART. 2).



CARTOGRAMA 1 –População Censo 2000



CARTOGRAMA 2 – População Censo 2010

Para referência comparativa dos cartogramas de população total, foram gerados os mapas coropléticos do Brasil com a população dos Estados ordenada em 5 categorias (Método de Quebra Natural) para os dados do censo 2000 e censo 2010 (FIG. 4 e 5).

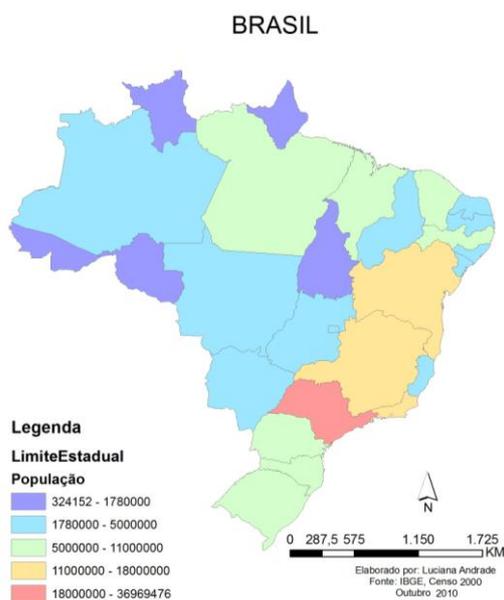


FIGURA 4 – Mapa População Brasil (Censo 2000)

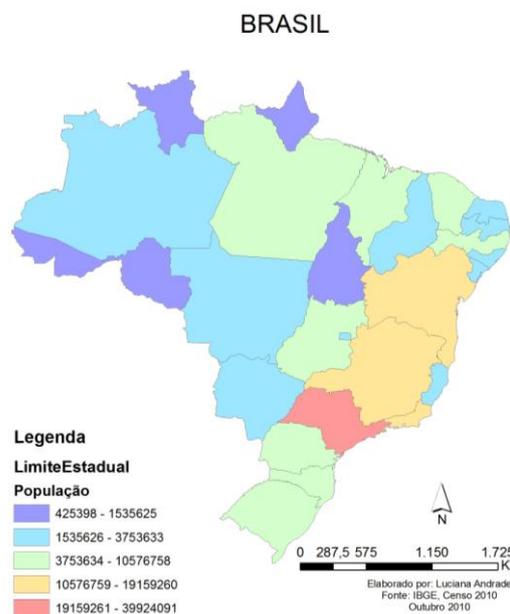


FIGURA 5 – Mapa População Brasil (Censo 2010)

Tanto nos mapas como nos cartogramas foi possível verificar a predominância do Estado de São Paulo em termos de população. Nos mapas coropléticos este Estado se destacou de todos os outros de forma a constituir uma categoria única enquanto nos cartogramas a visualização da área do Estado de São Paulo reflete uma dimensão muito superior à sua própria dimensão no mapa tradicional de superfície (FIG. 3). Como a representação dos polígonos de Estado gerados nestes cartogramas (CART 1 e 2) reflete a densidade da variável em estudo - a população- sobre a área de superfície, a visualização do resultado permitiu identificar facilmente a distribuição populacional pelos Estados do Brasil, a concentração do Estado de São Paulo e a pequena população dos Estados do Norte, como também evidenciados no GRAF.1. No entanto, o crescimento e a variação da população, apresentados na TAB. 1, não foram facilmente identificados na comparação dos cartogramas (CART 1 e 2).

4.2 Tema: População indígena 2005

Os dados de população indígena do Brasil em 2005 e sua distribuição nos Estados está apresentada na TAB. 2. Para os Estados do Piauí, Distrito Federal e Rio Grande do Norte

não houve ocorrência desta população o que está representado pelo valor de variável 0. No cartograma correspondente a esta população (CART. 3, pag 27) o contorno do polígono destes Estados foi preservado e pode ser melhor visualizado na ferramenta ArcGIS através de uma aproximação conforme a FIG. 6.

TABELA 2 – População indígena no Brasil em 2005

Estado	Sigla	População	Estado	Sigla	População
Acre	AC	6.610	Paraíba	PB	6.902
Alagoas	AL	4.917	Paraná	PR	7.921
Amapá	AP	5.095	Pernambuco	PE	19.950
Amazonas	AM	89.529	Piauí	PI	0
Bahia	BA	8.561	Rio de Janeiro	RJ	271
Ceará	CE	4.650	Rio Grande do Norte	RN	0
Distrito Federal	DF	0	Rio Grande do Sul	RS	13.354
Espírito Santo	ES	1.347	Rondônia	RO	5.573
Goiás	GO	142	Roraima	RR	37.025
Maranhão	MA	14.271	Santa Catarina	SC	6.667
Mato Grosso	MT	17.329	São Paulo	SP	1.774
Mato Grosso do Sul	MS	45.259	Sergipe	SE	230
Minas Gerais	MG	6.200	Tocantins	TO	6.360
Pará	PA	15.715	TOTAL		325.652

Fonte: Dados elaborados pelo CEDOC/FUNAI, em fevereiro de 1995

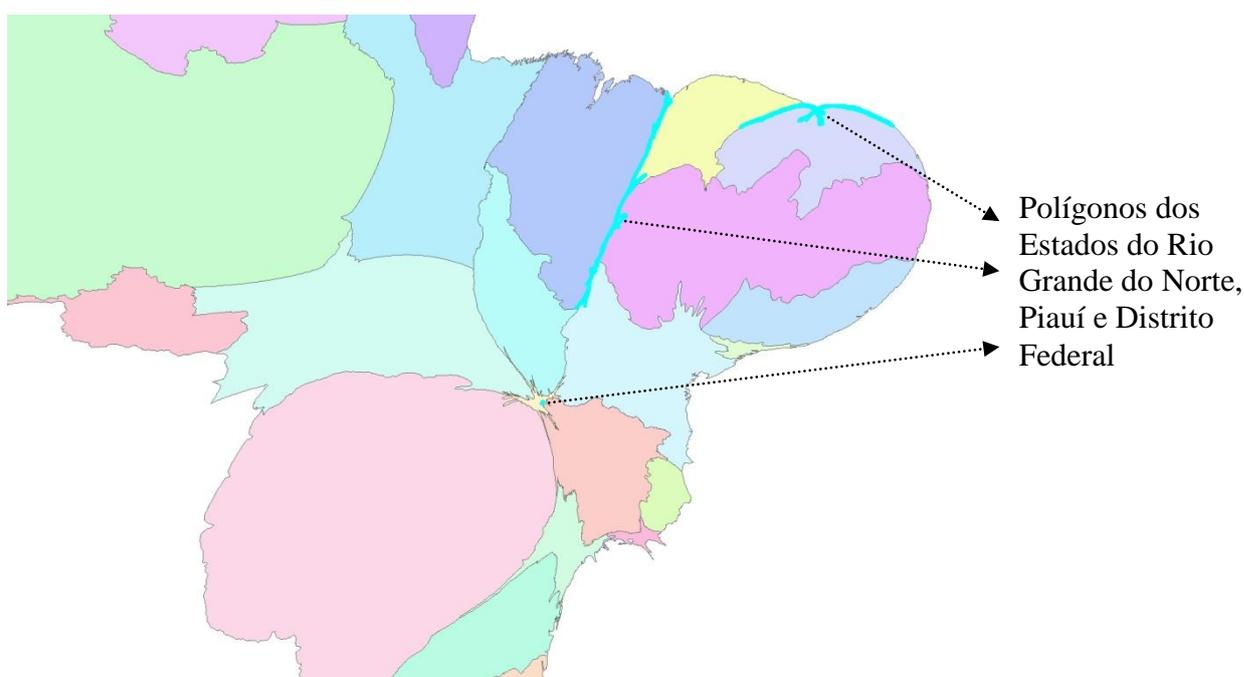
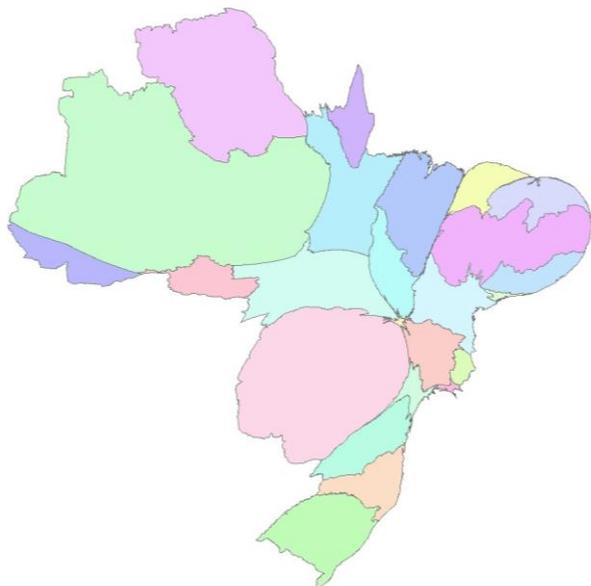
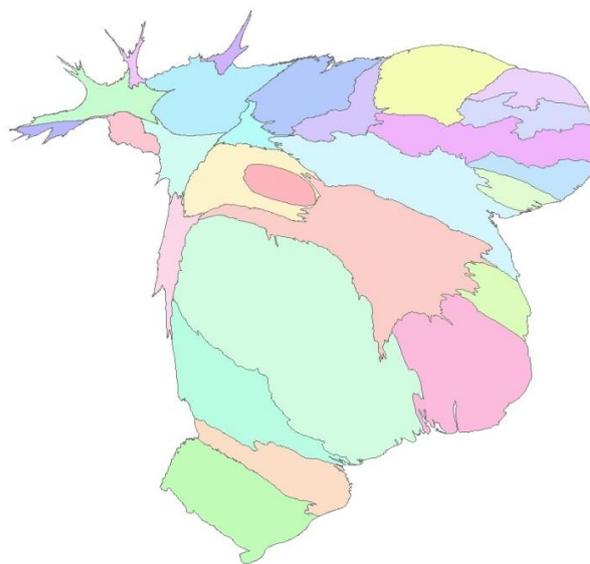


FIGURA 6 – Detalhe do cartograma de População Indígena no Brasil - 2005.

Abaixo o cartograma gerado a partir da População Indígena (CART. 3). Foi possível notar facilmente uma diferença considerável em relação ao cartograma de população total apresentada no CART. 4. Verificou-se que os valores de população indígena não têm uma relação proporcional forte com os valores de população total por Estados.



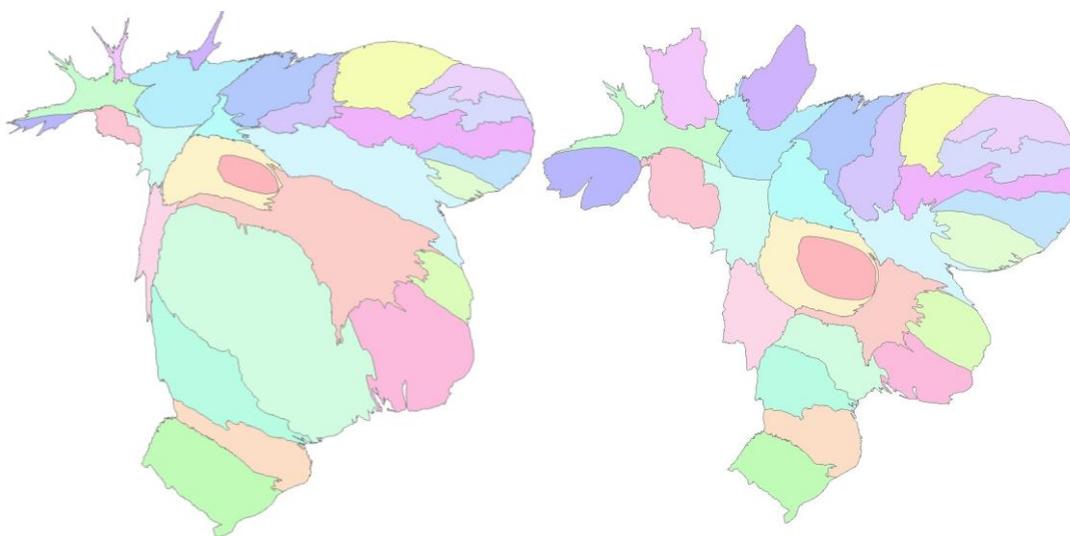
CARTOGRAMA 3 –População indígena no Brasil – 2005



CARTOGRAMA 4 –População Censo 2000

4.3 Tema: Distribuição de População Segundo a Cor

A distribuição da população do Brasil no ano de 2009 segundo a cor foi representada através dos cartogramas a seguir (CART. 5, 7, 8, 9, 10). Os valores originais adquiridos no IBGE foram população total e respectiva distribuição percentual, por cor ou raça, segundo as Unidades da Federação no ano de 2009. Os valores absolutos de população foram calculados a partir do valor total e percentual². O CART. 6 foi gerado apenas para comparativo atribuindo-se o valor 100 (cem) para a variável de peso em cada Estado e apresenta, portanto, uma distribuição igualitária de valores.



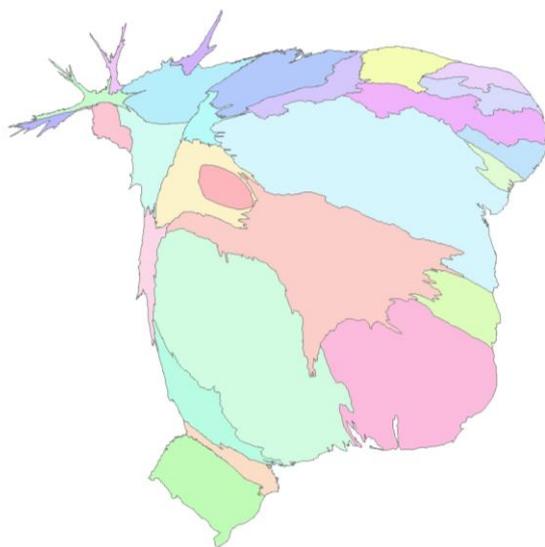
CARTOGRAMA 5 –População Brasil 2009

CARTOGRAMA 6 –Áreas em igualdade

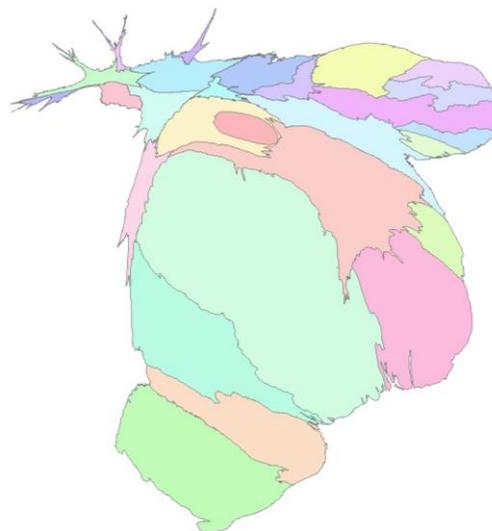
Na análise da distribuição da população por cor, a representação através do cartograma deixou bastante evidente algumas concentrações, como a concentração da população de cor preta no Estado da Bahia (CART. 7), a concentração de população de cor branca nos Estados do sul do país (CART. 8), a concentração da população de cor parda nos Estados do nordeste e norte do Brasil (CART. 9) e a concentração da população de cor amarela ou raça indígena no Estado de São Paulo (CART. 10).

² Fonte: IBGE, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2009, TAB. 8.1.

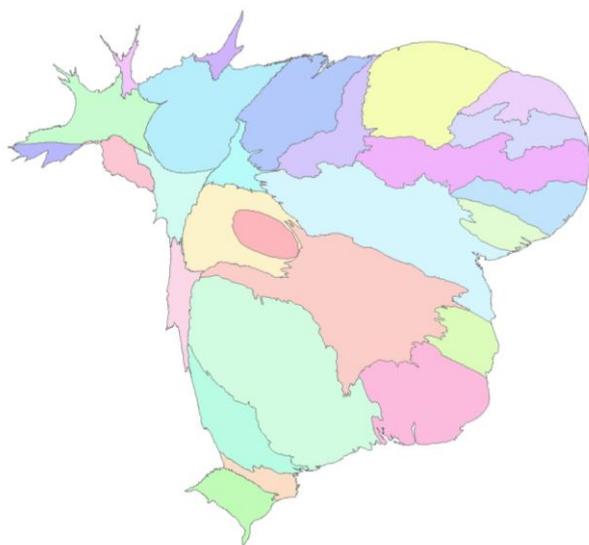
Os cartogramas abaixo foram gerados com os dados **absolutos** (numéricos) e representam a distribuição da população do Brasil, por cor ou raça, segundo as Unidades da Federação no ano de 2009.



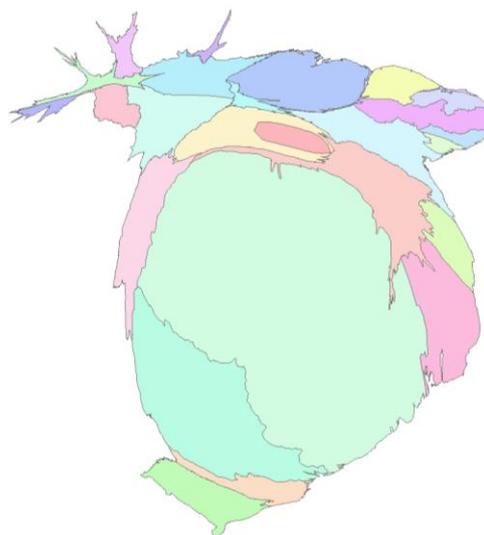
CARTOGRAMA 7– População de cor preta



CARTOGRAMA 8– População de cor branca

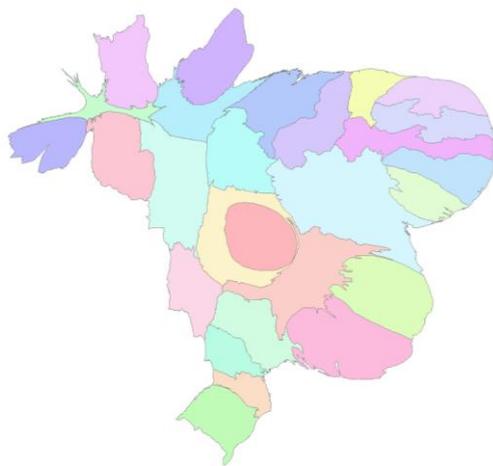


CARTOGRAMA 9 –População de cor parda

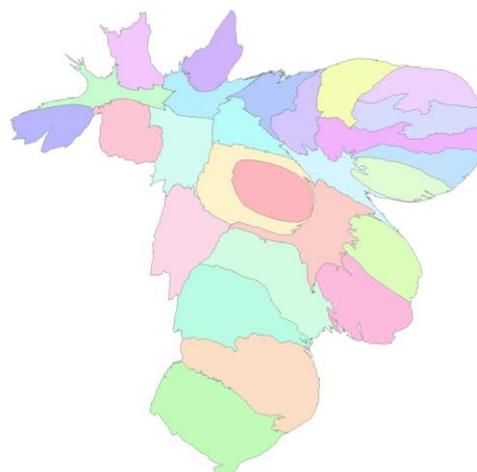


CARTOGRAMA 10 –População de cor amarela ou raça indígena

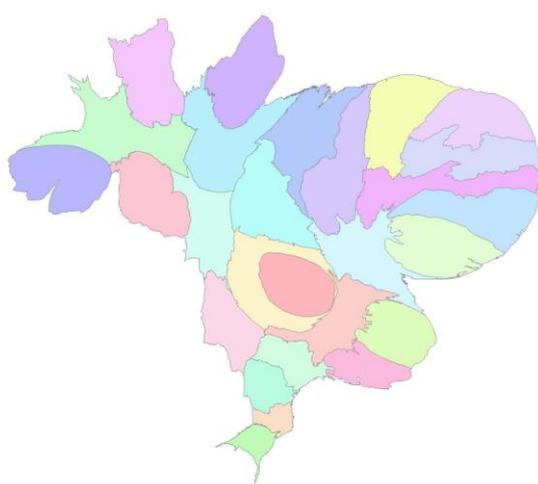
Os cartogramas abaixo foram gerados com os dados **percentuais** e representam a distribuição da população do Brasil, por cor ou raça, segundo as Unidades da Federação no ano de 2009.



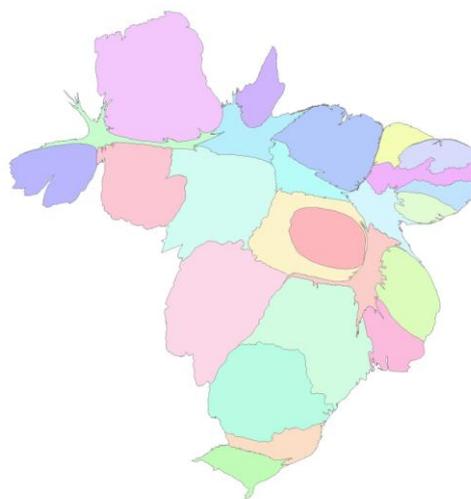
CARTOGRAMA 11 –População de cor preta(%)



CARTOGRAMA 12 – População de cor branca(%)



CARTOGRAMA 13 –População de cor parda(%)



CARTOGRAMA 14 –População de cor amarela ou raça indígena(%)

A comparação dos cartogramas de percentuais, neste caso onde os valores de interesse estão bem diferenciados, apesar de não serem representações de fácil entendimento para o leitor refletiu claramente as diferenças. A comparação destes cartogramas com o cartograma de igualdade (CART. 6) melhorou a percepção das áreas expandidas e comprimidas em relação a um valor de igualdade entre os Estados, no entanto, tais representações não são sugestivas em termos de volumes de população.

A comparação dos cartogramas gerados para este tema, tanto com base em dados absolutos quanto com base em dados percentuais, mostrou de forma evidente que não há uma relação direta entre a representação das áreas nos cartogramas e o volume total da população representada (TAB. 3), ou seja, não é possível comparar volumes, mas sua distribuição. Valores totais discrepantes são apresentados tentando, dentro dos limites da técnica, manter o contorno original. A informação visualizada é diretamente relacionada com a densidade da população sobre a área para cada Estado do Brasil.

TABELA 3 - População total e respectiva distribuição por cor ou raça segundo as Unidades da Federação - 2009

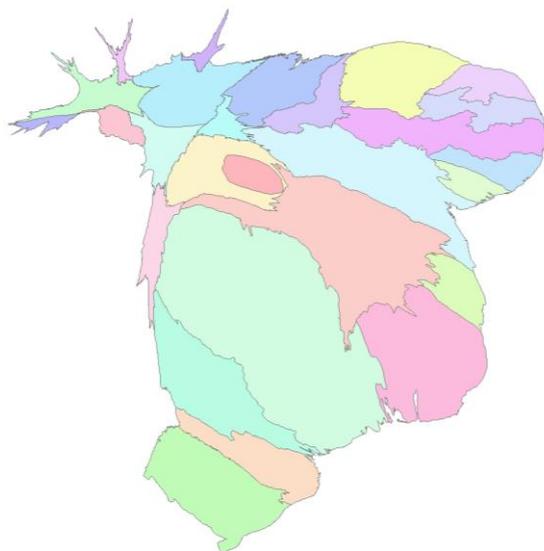
Grandes Regiões e Unidades da Federação	População				
	Total	Valor calculado a partir da distribuição percentual*1			
		Branca	Preta	Parda	Amarela ou indígena
Brasil	191.795.854	92.445.602	13.233.914	84.773.767	1.342.571
Norte	15.555.306	3.671.052	731.099	11.075.378	62.221
Rondônia	1.530.717	521.974	107.150	887.816	13.776
Acre	704.676	189.558	33.120	477.066	4.228
Amazonas	3.454.885	722.071	58.733	2.667.171	6.910
Roraima	430.291	113.597	26.248	282.271	8.176
Pará	7.478.697	1.637.835	373.935	5.429.534	29.915
Amapá	639.962	167.670	42.237	428.135	1.920
Tocantins	1.316.078	318.491	88.177	905.462	3.948
Nordeste	54.019.878	15.557.725	4.375.610	33.870.464	162.060
Maranhão	6.468.999	1.546.091	426.954	4.437.733	58.221
Piauí	3.193.209	769.563	188.399	2.232.053	0
Ceará	8.568.590	2.656.263	231.352	5.663.838	17.137
Rio Grande do Norte	3.188.123	1.157.289	140.277	1.887.369	0
Paraíba	3.825.673	1.392.545	187.458	2.234.193	11.477
Pernambuco	8.819.891	3.228.080	476.274	5.080.257	26.460
Alagoas	3.205.596	859.100	169.897	2.170.188	6.411
Sergipe	2.052.381	591.086	80.043	1.377.148	4.105
Bahia	14.697.416	3.380.406	2.469.166	8.789.055	44.092
Sudeste	80.466.148	45.624.306	6.195.893	27.841.287	724.195
Minas Gerais	20.088.147	8.878.961	1.767.757	9.361.077	60.264
Espírito Santo	3.479.636	1.433.610	316.647	1.708.501	20.878
Rio de Janeiro	15.801.107	8.817.018	1.753.923	5.151.161	63.204
São Paulo	41.097.258	26.466.634	2.383.641	11.630.524	575.362
Sul	27.776.167	21.804.291	999.942	4.805.277	194.433
Paraná	10.699.883	7.629.017	310.297	2.621.471	139.098
Santa Catarina	6.159.456	5.278.654	135.508	720.656	18.478
Rio Grande do Sul	10.916.828	8.886.298	545.841	1.451.938	32.750
Centro-Oeste	13.978.355	5.828.974	936.550	7.073.048	125.805
Mato Grosso do Sul	2.399.074	1.189.941	117.555	1.053.193	38.385
Mato Grosso	3.057.261	1.189.275	299.612	1.528.631	39.744
Goiás	5.951.062	2.386.376	345.162	3.177.867	35.706
Distrito Federal	2.570.958	1.059.235	174.825	1.316.330	15.426

Fonte: IBGE, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2009, Tabela 8.1

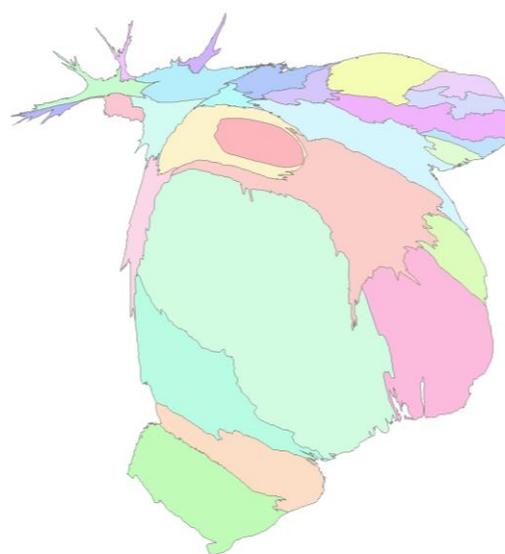
*1 - O Somatório dos percentuais é **aproximadamente** 100%.

4.4 Tema: Uso da Internet

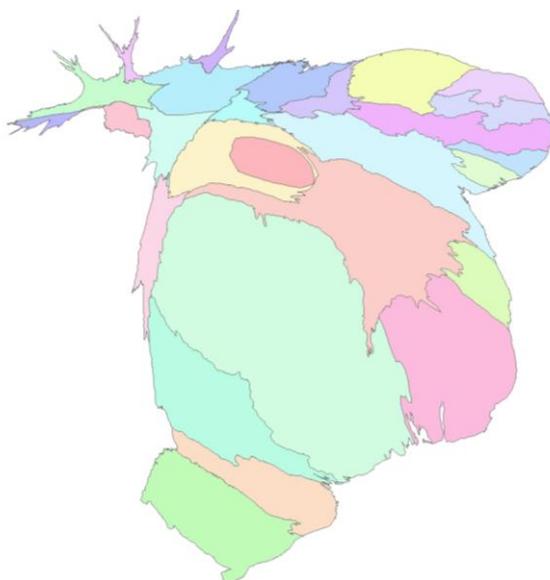
Os cartogramas abaixo, CART. 15, 16, 17 e 18 apresentam a distribuição de pessoas de 10 anos ou mais de idade, por condição de utilização da Internet, no período de referência dos últimos três meses, segundo as Unidades da Federação nos anos 2005 e 2008.³



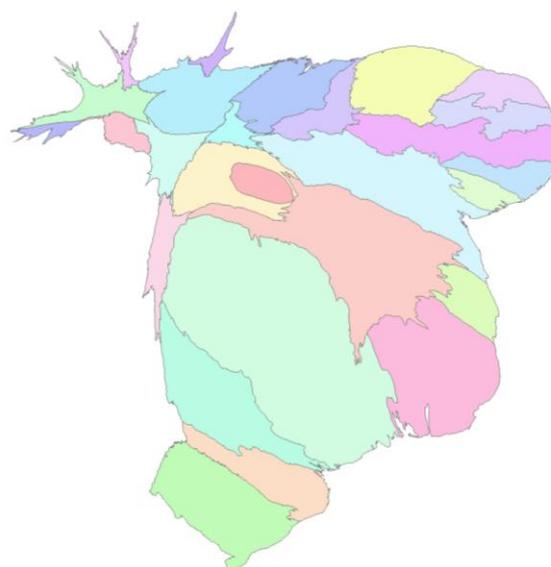
CARTOGRAMA 15 – População 10 anos ou mais em 2005



CARTOGRAMA 16 - População de 10 anos ou mais que utilizou a internet em 2005



CARTOGRAMA 17 – População de 10 anos ou mais em 2008



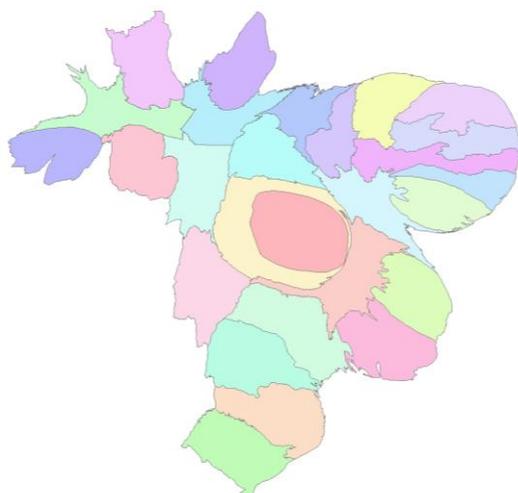
CARTOGRAMA 18 - População de 10 anos ou mais que utilizou a internet em 2008

³ Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2005/2008.

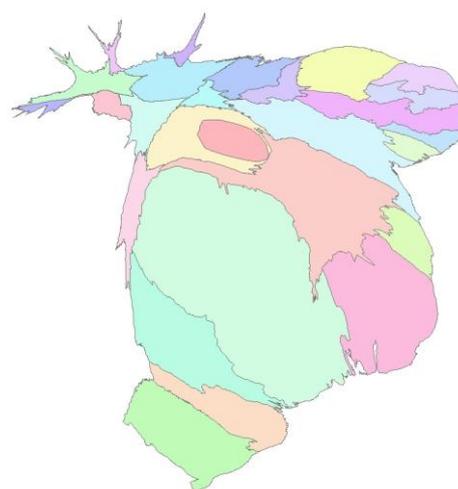
A comparação dos cartogramas de uso da internet (CART. 16 e 18) permitiu verificar uma melhor distribuição deste uso no ano de 2008 em relação ao ano de 2005 onde havia uma concentração clara nos Estados de São Paulo e Distrito Federal enquanto havia um baixo uso pela população dos Estados do nordeste e norte.

No entanto, através da comparação dos cartogramas de população potencial do uso da internet nestes anos (CART. 15 e 17) verificou-se também uma alteração na própria distribuição da população potencial. Desta forma, percebeu-se que a distribuição do uso da internet foi ainda mais acentuada que a visualizada de forma comparativa entre os CART.16 e 18 declarada anteriormente. Esta análise, no entanto, só foi possível com a comparação dos 4 cartogramas gerados – potencial e uso efetivo nos anos 2005 e 2008 .

Atenção especial é requerida na escolha de dados percentuais a serem utilizados. Os cartogramas CART. 19 e 20 abaixo foram gerados a partir de percentuais de uso de internet em 2008. No CART. 19 o % é relacionado à população potencial deste uso no próprio Estado (em Rondônia, em 2008, 31,4% da população de 10 anos ou mais fazia uso da internet) e no CART 20 o % é relacionado ao uso total no Brasil (em Rondônia, em 2008, a população de 10 anos ou mais que fazia uso da internet representou 0,2% do total da população de 10 anos ou mais que fazia uso da internet no Brasil). O CART. 19 não tem relação com a distribuição do uso de internet pela população total brasileira visto que o percentual se refere a cada Unidade da Federação, e o somatório dos valores percentuais não equivale a 100%. Desta forma, a geração do cartograma com este % não proporcionou uma percepção clara e direta do significado da sua representação.



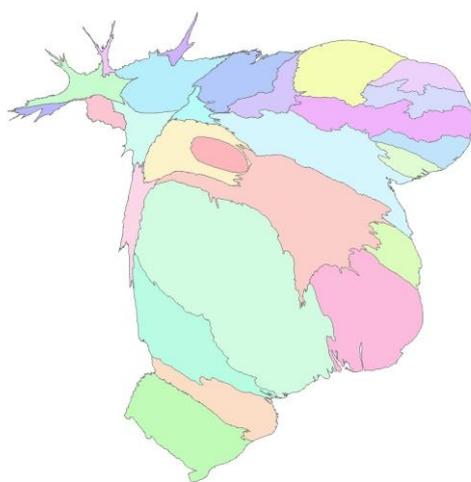
CARTOGRAMA 19 - % da população potencial do Estado com uso da internet em 2008



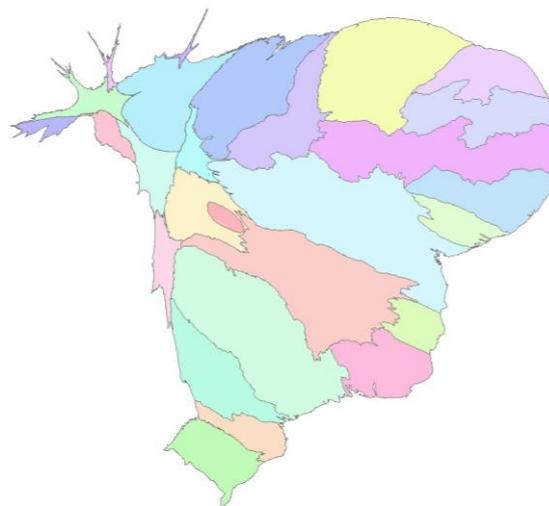
CARTOGRAMA 20 -% da população com uso da Internet em 2008

4.5 Tema: Analfabetismo

Por meio do CART. 22, está representada a distribuição de pessoas de 15 anos ou mais de idade, analfabetas, segundo as Unidades da Federação no ano de 2005. Os valores originais adquiridos no IBGE foram taxas e os valores absolutos foram calculados a partir do total e faixas da população na mesma pesquisa⁴. Para comparativo foi utilizado o cartograma de população potencial (15 anos ou mais) em 2005 (CART.21).



CARTOGRAMA 21 – População com 15 anos ou mais em 2005



CARTOGRAMA 22 – População com 15 anos ou mais em 2005 analfabeta

Pôde-se notar que há uma grande incidência de analfabetos nos Estados do nordeste do Brasil. A comparação com o cartograma da população potencial (CART. 21), permitiu verificar uma irregularidade na proporção das parcelas da população em cada Estado na condição de analfabeta, com taxas mais elevadas para os referidos Estados.

Foram gerados para este tema, a partir dos mesmos dados, os mapas coropléticos de População e Percentual da população analfabeta (FIG. 7 e 8, pág 35) que comprovaram as análises feitas com os cartogramas.

Ficou evidente que há um entendimento claro e natural do dado apresentado no cartograma sem a necessidade de se recorrer a símbolos, legendas e valores que subsidiam as análises nos mapas tradicionais.

⁴ Fonte: IBGE, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2009.TAB. 8.2 e TAB. 6.1

Tema: Analfabetismo - Cont

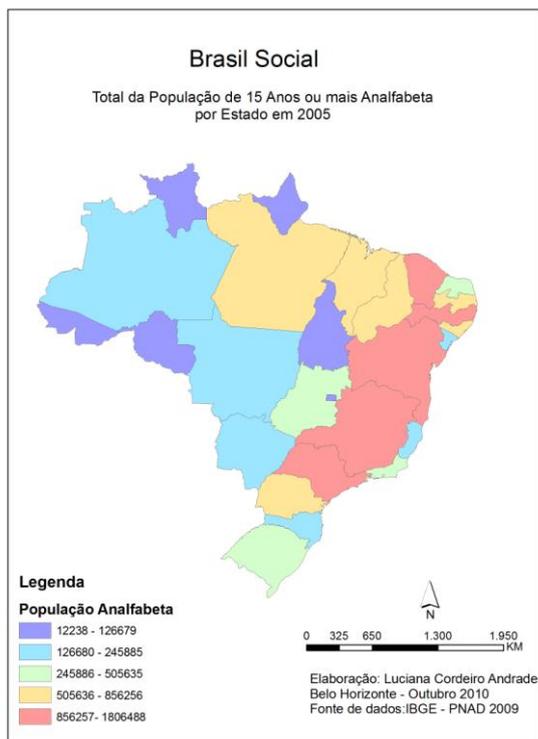


FIGURA 7 – Mapa de População analfabeta em 2005

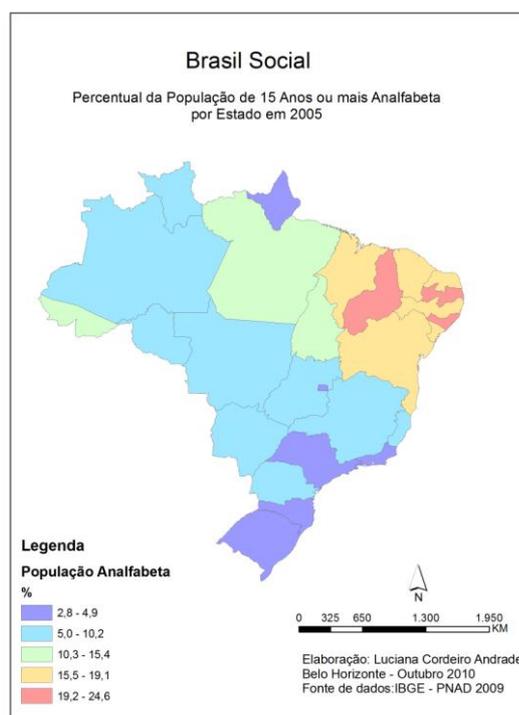
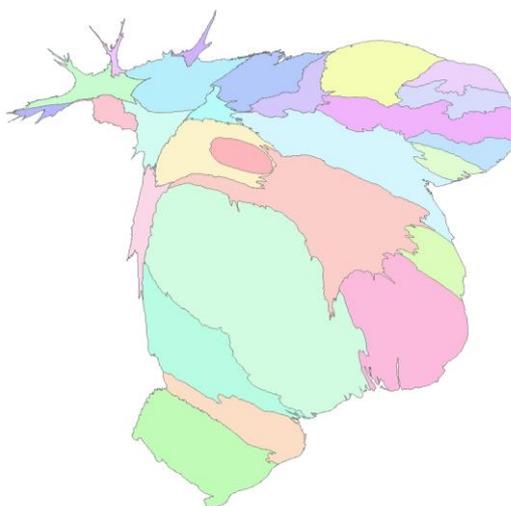


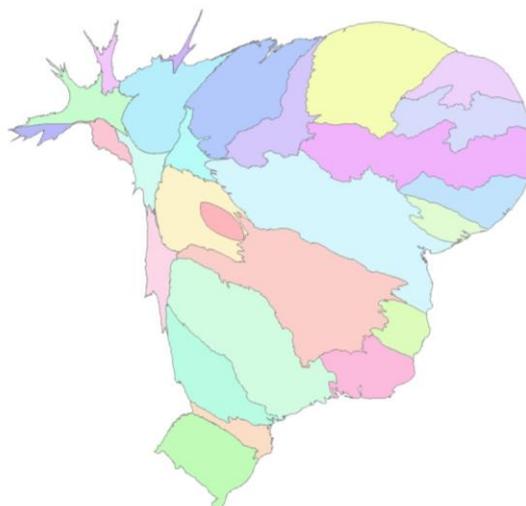
FIGURA 8 – Mapa de percentual da população analfabeta em 2005

4.6 Tema: Transferência de Renda

Por meio dos CART. 23 e 24 estão representados o total de moradores de domicílios particulares e a distribuição de moradores em domicílios particulares, por recebimento de dinheiro de programa social do governo por algum morador do domicílio, no mês de referência segundo as Unidades da Federação em 2006.⁵



CARTOGRAMA 23 - Total de domicílios particulares - 2006



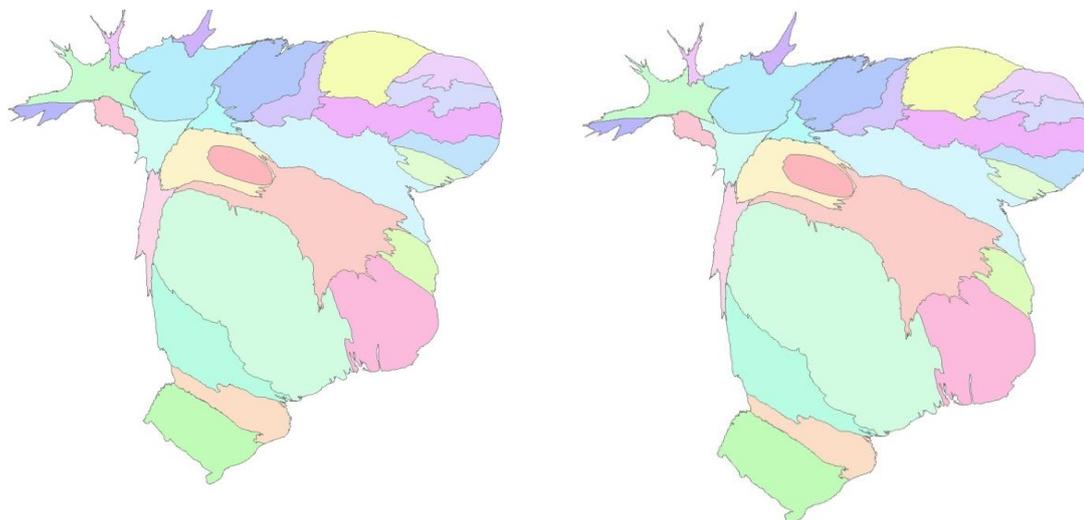
CARTOGRAMA 24 - Total de moradores em domicílio que recebeu transferência de renda em 2006

Percebeu-se facilmente mediante os cartogramas gerados para este tema (CART. 23 e 24) a concentração de transferência de renda nos Estados do nordeste e norte do Brasil. Poderia também ter sido usado como comparativo o cartograma de população (CART. 1, pág 24).

⁵ Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2006. – TAB. 4.1.1

4.7 Tema: Crianças com Baixo Peso

Por meio dos CART. 25 e 26 estão representados estão o total de crianças nascidas e o total de crianças nascidas com baixo peso segundo as Unidades da Federação – 2008.⁶



CARTOGRAMA 25 - Crianças nascidas em 2008

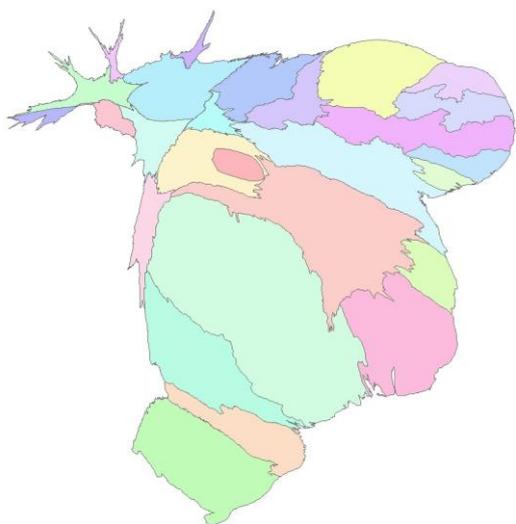
CARTOGRAMA 26 - Crianças nascidas com baixo peso em 2008

Verificou-se que o CART. 26 apresentou pouca variação em relação aos cartogramas de população. A grande área representada neste cartograma pelo Estado de São Paulo nada mais é que o reflexo da grande população deste Estado. A distribuição de crianças nascidas com baixo peso é proporcional à distribuição da população nos Estados.

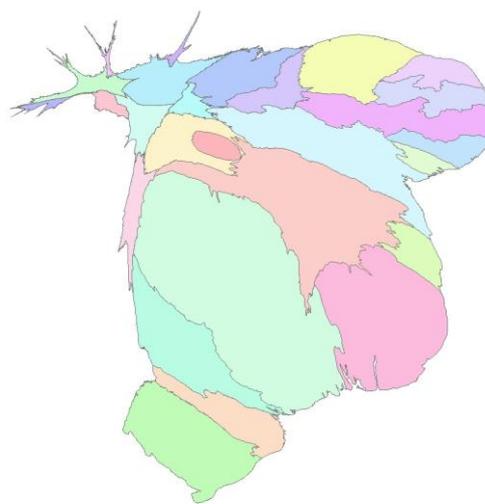
⁶ Fonte: Ministério da Saúde, Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos 2008

4.8 Tema: Fumantes, População idosa e Posse de Celular

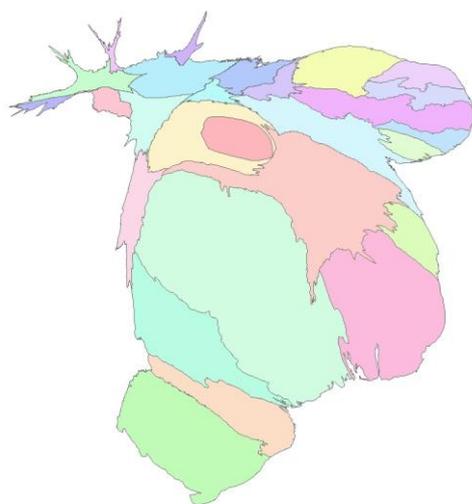
Nos CART. 27, 28, 29 e 30 verificou-se pequena variação na distribuição da variável de interesse em relação à população total apresentada no CART.1 (pág. 24). A predominância da representação da área do Estado de São Paulo, deformada pela população, permaneceu em todas as representações onde a deformação foi gerada por uma variável que não apresenta grande variação em relação à população.



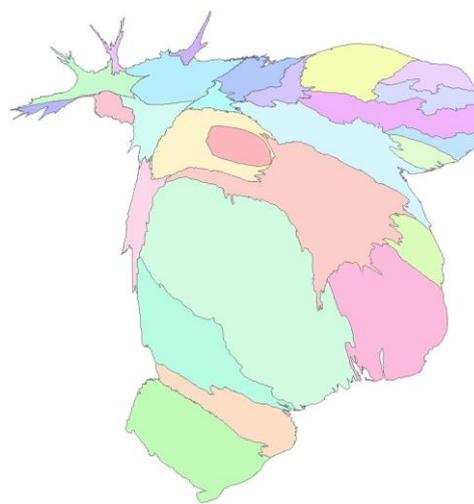
CARTOGRAMA 27 - Fumantes em 2008⁷



CARTOGRAMA 28 – População acima 70 anos em 2009⁸



CARTOGRAMA 29 – Posse de Celular em 2005⁹



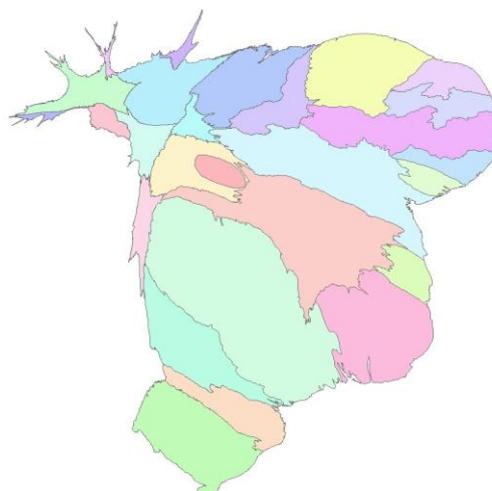
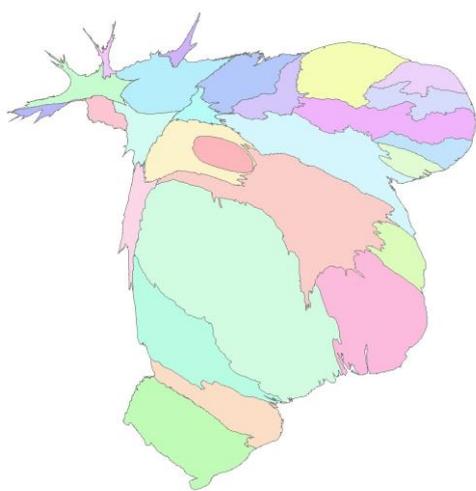
CARTOGRAMA 30 – Posse de Celular em 2008¹⁰

⁷ Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2008.

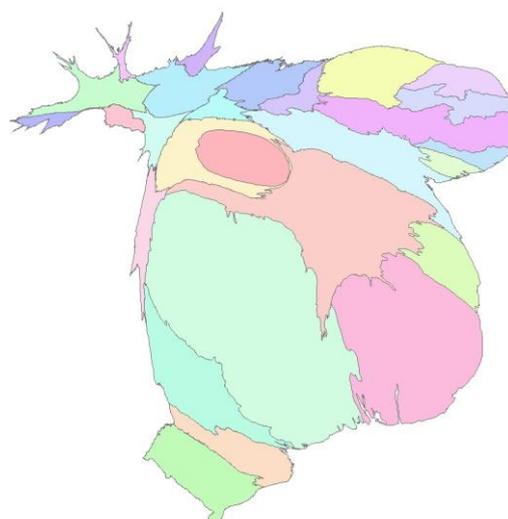
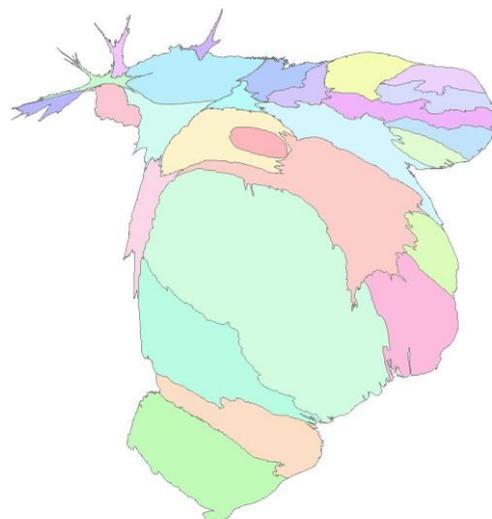
⁸ Fonte: IBGE, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2009.

4.9 Tema: Votação 2010 1º. Turno

Abaixo estão representados cartogramas relacionados à votação para presidente do Brasil em 2010. Os dados foram extraídos do site oficial do Tribunal Superior Eleitoral (TSE). Foi possível identificar com facilidade as áreas de influência e concentração de votos recebidos pelos candidatos.



CARTOGRAMA 31 – Votos Válidos total 1º.Turno CARTOGRAMA 32 – Votos Válidos Dilma 1º.Turno



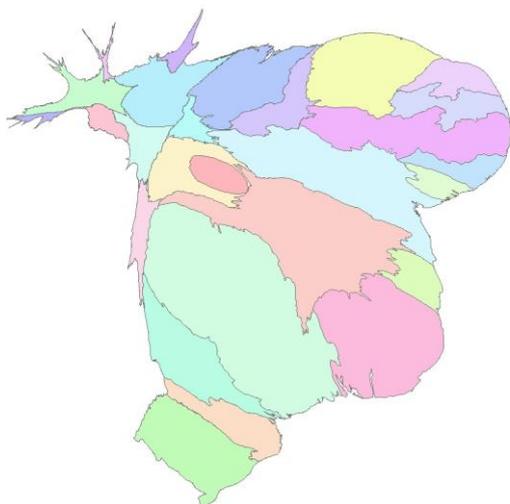
CARTOGRAMA 33 – Votos Válidos Serra 1º.Turno CARTOGRAMA 34 – Votos Válidos Marina 1º.Turno

⁹ Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2005/2008.

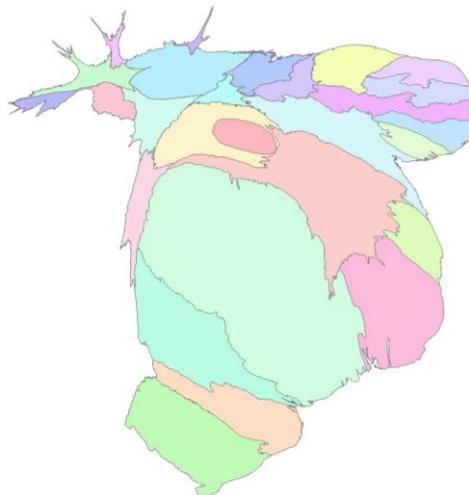
¹⁰ Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2005/2008.

4.10 Tema: Votação 2010 – 2º. Turno

Abaixo estão representados cartogramas relacionados à votação para presidente do Brasil em 2010. Da mesma forma como nos dados de votação de 1º. Turno a interpretação das áreas de influência dos candidatos pôde ser feita diretamente através da visualização dos cartogramas.



CARTOGRAMA 35 – Votos Válidos Dilma 2º.Turno



CARTOGRAMA 36 – Votos Válidos Serra 2º.Turno

Eleições 2010 - Brasil - Presidente
Cartograma Votação - Votos Válidos 2. Turno

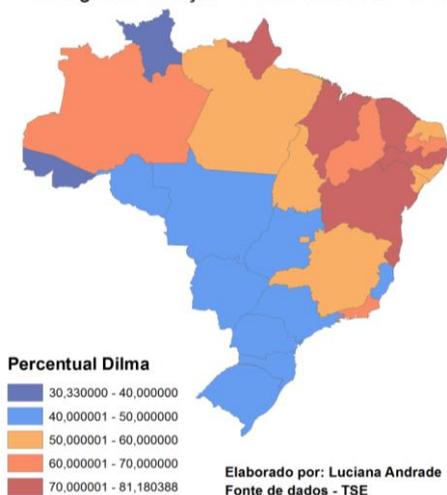
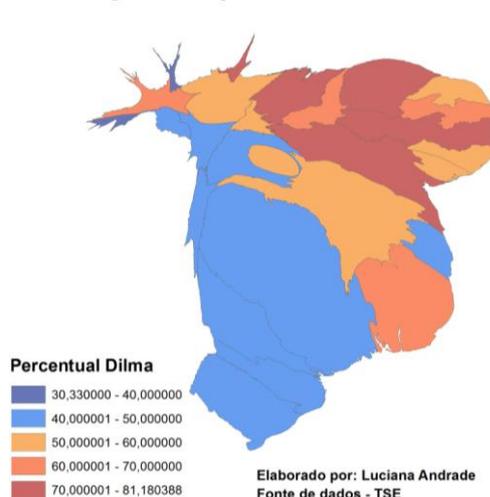


FIGURA 9 – Mapa Resultado Votação 2º Turno

Eleições 2010 - Brasil - Presidente
Cartograma Votação - Votos Válidos 2. Turno



CARTOGRAMA 37 – Resultado Votação 2º Turno

Verificou-se a possibilidade de agregar mais informação ao cartograma conjugando o tratamento de outro dado como nos mapas temáticos tradicionais (Ex.Cor) (CART. 37)

5 CONCLUSÕES

Os cartogramas gerados para os 10 temas escolhidos apresentaram um Brasil ora com pouca variação na representação da distribuição quando tratamos de temas como população, população idosa, crianças, uso de internet e celular, ora completamente diverso quando representando a distribuição da população em função da cor e raça. A informação apresentada é clara e intuitiva.

A utilização do cartograma para visualização de fenômenos deve se feita de forma direta. O foco deve ser preferencialmente direcionado à visualização da espacialidade do fenômeno em si ao invés de comparativos e percentuais. Um cuidado especial deve ser dado à utilização dos percentuais que devem estar relacionados ao volume total ao invés de referenciar valores particionados a exemplo dos valores potenciais por Estados. É importante ressaltar também que as representações geradas cujo peso é uma taxa (%) não são familiares nem representativas de volume.

Grandes concentrações populacionais são predominantes nos cartogramas de população como também em todos os outros cartogramas gerados com o peso das variáveis que apresentam um forte vínculo com a população. O Estado de São Paulo correspondeu plenamente a esta característica se revelando predominante na maioria dos temas. Por outro lado, os cartogramas mais impactantes, são aqueles que mostram uma distribuição divergente da distribuição da população.

Em caso de comparativos, o uso de cartogramas com a população potencial deve ser feito quando a variável de interesse não é fortemente proporcional à população total. O uso deste cartograma potencial auxilia o entendimento do dado distribuído prevenindo falsas interpretações.

A partir das comparações e análises utilizando a cartografia temática, dados tabulares, gráficos e a produção de cartogramas, o cartograma de densidade equalizada mostrou-se uma opção cuja interpretação da distribuição de fenômenos dentro do espaço total, (neste caso o Brasil) é bastante direta e realística devendo o seu uso ser melhor divulgado e explorado.

6 REFERÊNCIAS

BARFORD, A.; DORLING, D. Telling an Old Story with New Maps. In: DODGE, M.; McDERBY, M.; TURNER, M. (Ed.). **Geographic Visualization**. England: John Wiley & Sons, Ltd, 2008. p. 67-107.

Boletim Goiano de Geografia, Disponível em:

<http://www.revistas.ufg.br/index.php/bgg/article/viewFile/4274/3753> acessado em 02/11/2010

BRUNET, R. 1993: Cartogramme. In Brunet, R. Ferraz, R. They, H. **Les Mots de La Géographie: dictionnaire critique**. Montpellier-Paris: RECLUS – La Documentation Française, 3e edition, p.91.

GASTNER M. T, NEWMAN M.E.J (2004) Diffusion-based method for producing density-equalizing maps. **Proc Natl Acad Sci**. USA 101:7499–7504. Disponível em <http://www.pnas.org/content/101/20/7499.full> acessado em 07/08/2010

IBGE, 2010.; **Glossário Cartográfico**. Disponível em:

http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/glossario/glossario_cartografico.shtml acessado em 02/11/2010

NEWMAN, M.; 2006 - **Images of the social and economic world** disponível em:

<http://www-personal.umich.edu/~mejncartograms/> acessado em: 07/08/2010

NEWMAN, M.; 2008 - **Cart: Computer software for making cartograms**. disponível em: <http://www-personal.umich.edu/~mejncart/> acessado em: 07/08/2010

SANCHEZ, M. C. **A cartografia como técnica auxiliar da geografia**. Boletim de Geografia Teórica, Rio Claro, v.3, p.31-46, 1973.

WORLDMAPPER, 2006 – **The world as you've never seen it before**. Disponível em:

<http://www.worldmapper.org/index.html> acessado em 07/08/2010