

CAPÍTULO 3

MAPAS COROPLÉTICOS

Este texto está sendo preparado e redigido como um dos capítulos do livro Cartografia Temática, de autoria de:

Claudia Robbi Sluter
 Andrea Lopes Iescheck
 João Vitor Meza Bravo

O termo mapa coroplético, ou em inglês como foi criado “*choroplethe map*”, foi primeiramente utilizado pelo geógrafo americano John Kirtland Wright em 1938 em sua obra “*Problems in Population Mapping*”, ou Problemas em Mapeamentos Populacionais (REFERENCIA). O primeiro mapa coroplético conhecido foi construído pelo cartógrafo francês Pierre Charles François Dupin (REFERENCIA artigo MacEachren) (Figura 1), no qual são representados os índices de analfabetismo nas províncias francesas.

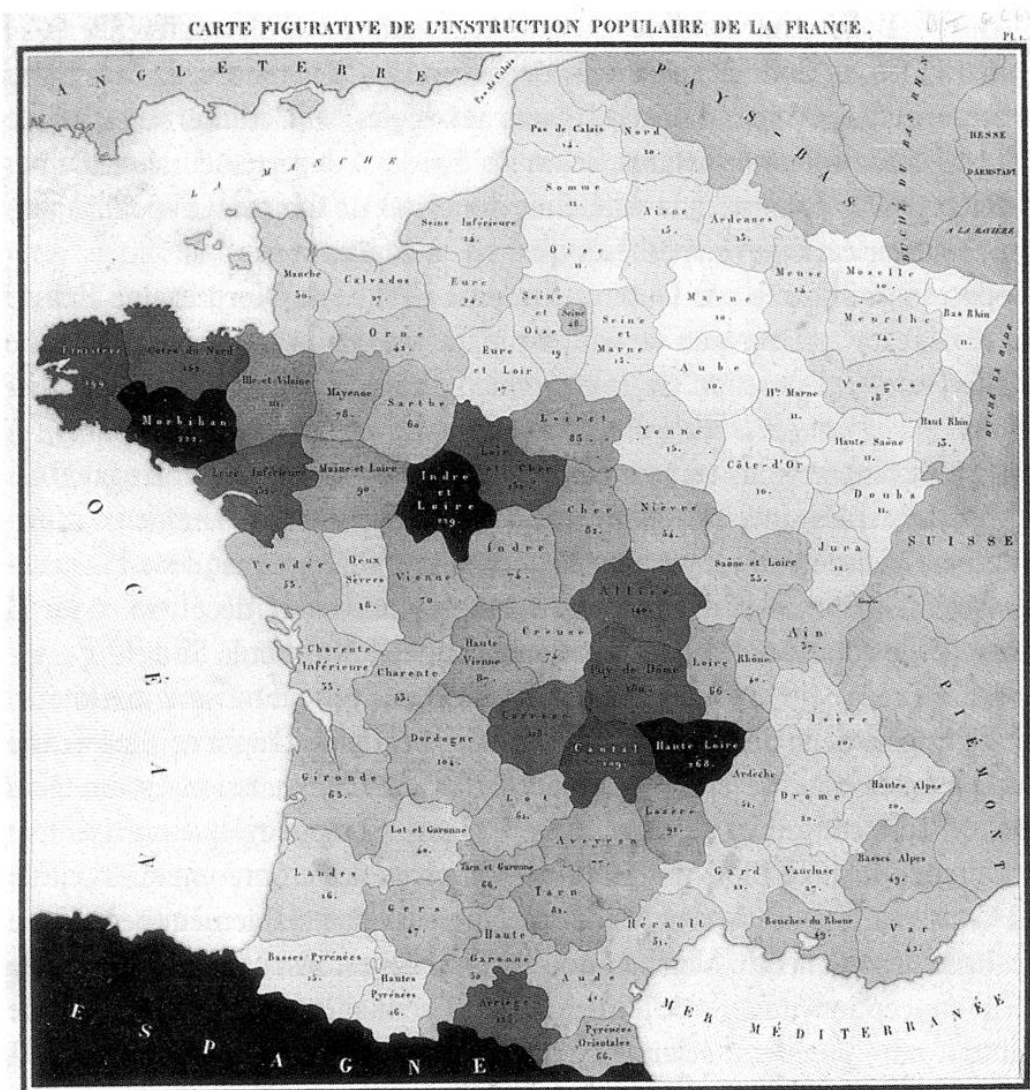


Figura 1 – Primeiro mapa coroplético originalmente denominado de “Carte figurative de l’instruction populaire de la France, par Charles Dupin, 1826”

Fonte: <http://math.yorku.ca/SCS/Gallery/images/dupin1826-map_200.jpg>

Poucos anos após Dupin representar a situação do analfabetismo na França em um mapa temático, outros mapas coropléticos foram contruídos na primeira metade do século XIX, para representar valores numéricos de fenômenos, quando estes valores são conhecidos em áreas geográficas definidas por limites políticos, administrativos ou estatísticos, tais como municípios ou setores censitários. A Figura 2 mostra o mapa coroplético moderno, da taxa de analfabetismo no Brasil por estados, segundo o Censo 2010 do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, construído com Atlas do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (<http://www.atlasbrasil.org.br>) do IPEA - Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicada (<http://www.ipea.gov.br/portal/>). A taxa de analfabetismos é definida pela porcentagem da população de 15 anos ou mais de idade que não sabe ler nem escrever um bilhete simples e o total de pessoas nesta faixa etária.

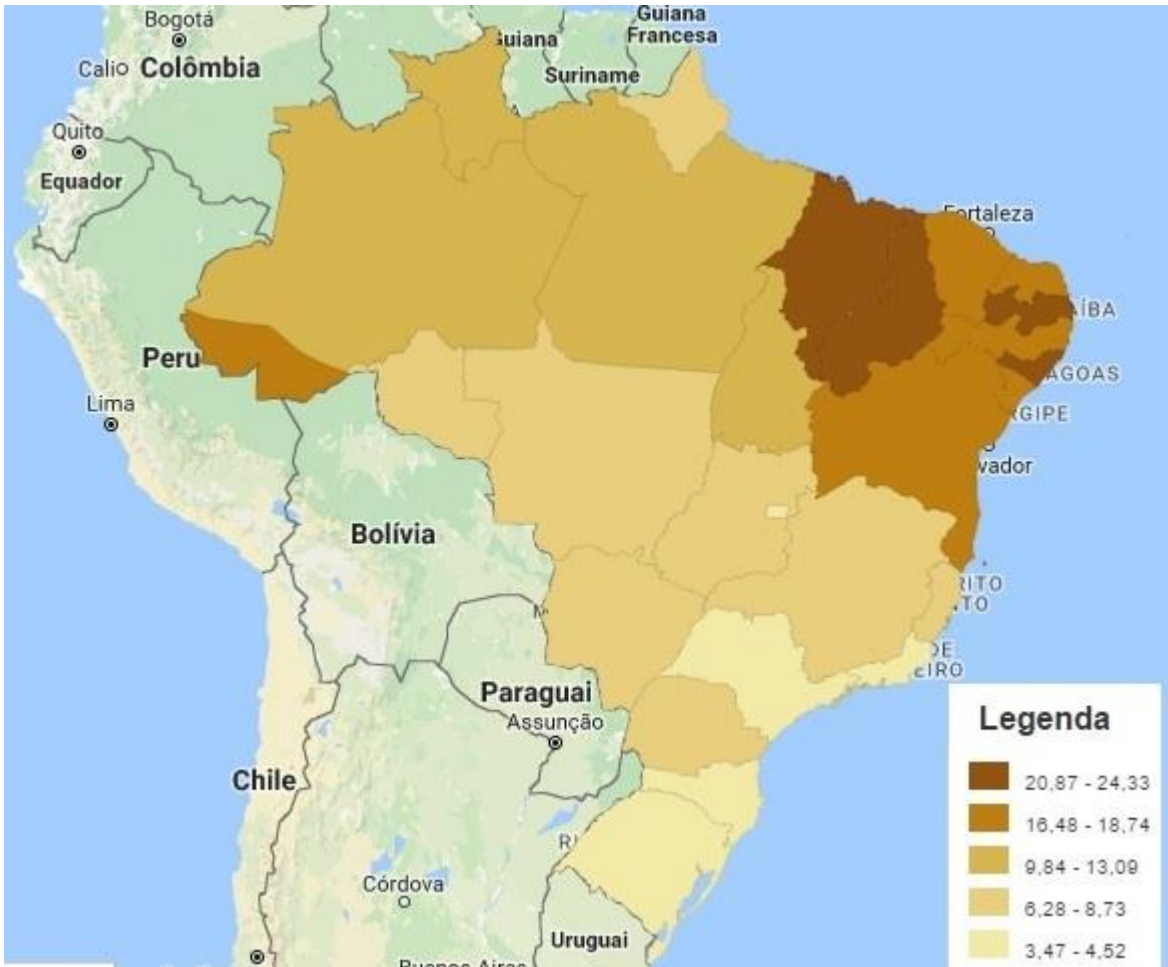


Figura 2 – Taxa de analfabetismo por estado do Brasil em 2010.

Fonte: Atlas do IDHM - IPEA

Nos mapas coropléticos considera-se que o valor da variável representativa do fenômeno está uniformemente distribuído dentro dos limites de cada área. Por isso, quando um fenômeno geográfico é representado por mapas coropléticos assume-se que a sua variação espacial ocorre como um histograma estatístico tridimensional. Neste histograma estatístico tridimensional as alturas dos prismas representam os valores numéricos do fenômeno nas respectivas áreas (Figura 3). As áreas devem ser simbolizadas para descrever as alturas dos prismas (Dent, 1985 e 1999).

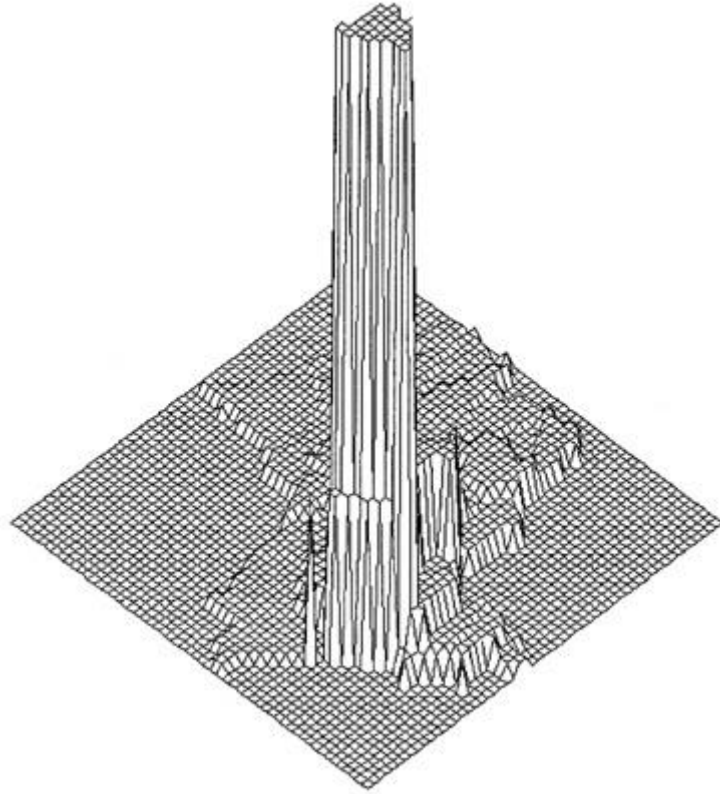


Figura 3 – Histograma estatístico tridimensional da densidade populacional por município do estado de São Paulo em 1991, segundo o Censo IBGE. Fonte: Robbi, 1996

A Figura 4 ilustra um mapa coroplético que representa o histograma estatístico tridimensional da Figura 3.

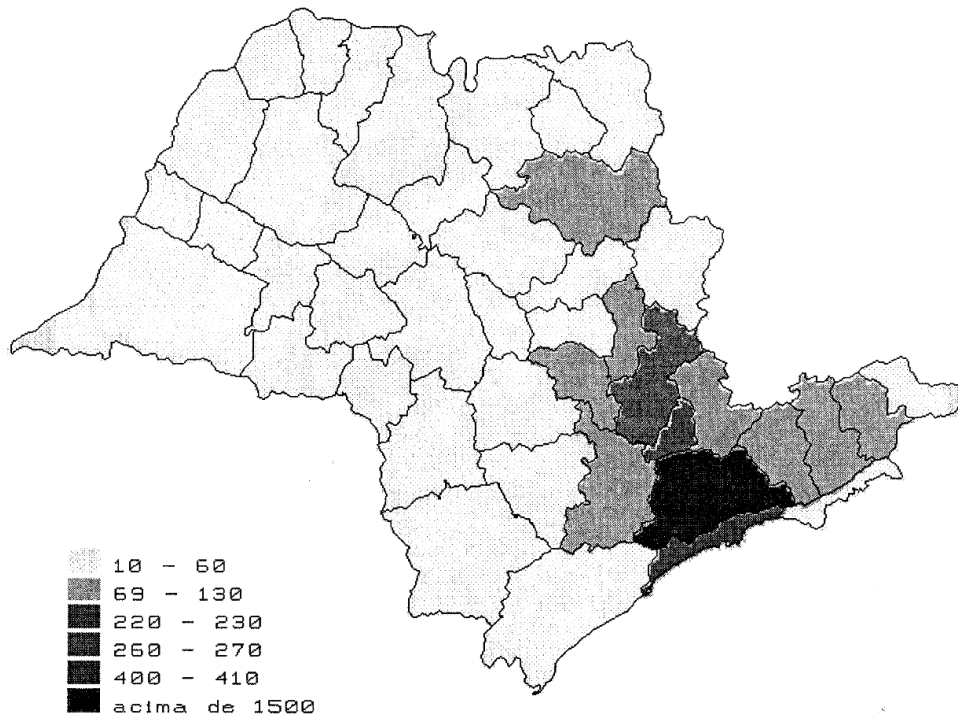


Figura 4 – Mapa coroplético da densidade populacional (hab/km²) por município do estado de São Paulo em 1991, segundo o Censo IBGE. Fonte: Robbi, 1996.

Ao assumir-se que o valor do fenômeno é constante em cada unidade geográfica (por exemplo cada município) assume-se também que a variação espacial do fenômeno coincide com os limites destas unidades geográficas (Slocum, 1999 e 2009). Assim, define-se que o fenômeno muda de valor nos limites das unidades geográficas, e, portanto, que a variação espacial do fenômeno ocorre de forma abrupta nos limites geográficos das unidades estatísticas ou administrativas. Segundo Dent (1985 e 1999) esta é a hipótese mais importante do mapeamento coroplético, ou seja, dentro de cada área o valor do fenômeno não se altera. Portanto, o nível de generalização do fenômeno depende diretamente da área escolhida como unidade geográfica. Por exemplo, um mapa coroplético que represente densidade populacional por estado (Figura 5(a)) é mais generalizado do que um mapa coroplético que represente a densidade populacional por município (Figura 5 (b)).

Figura 5 – Mapas coropléticos da densidade populacional (a) no Brasil por unidade da federação e (b) no Paraná por municípios, segundo o Censo 2010 do IBGE.

O objetivo do mapeamento coroplético é representar dados numéricos sobre áreas, ou seja, a dimensão do fenômeno é a área, e o nível de medida é numérico, conforme os conceitos da teoria de linguagem cartográfica (MacEachren, 1994). A representação visual empregada deve mostrar as quantidades correspondentes às diferentes áreas. Isto deve ser feito a partir da associação do **maior** valor numérico com a cor **mais** escura, o que estabelece uma ordem crescente (ou decrescente), tanto visual como de valores numéricos. Assim, a variação das cores, do claro ao escuro deve corresponder à variação numérica do fenômeno, sempre com base em um raciocínio ordinal (Figura 6).

Figura 6 – Mapa coroplético que ilustra a variação de cores da mais clara à mais escura.

4.1 AEQUAÇÃO DE DADOS AO MAPEAMENTO COROPLÉTICO

Os dados para o mapeamento coroplético devem ser adequados ao princípio de que o valor do fenômeno é constante na unidade geográfica. Assim sendo, dados chamados de “totais”, por exemplo população total, não devem ser representados em mapas coropléticos, pois a variação no tamanho e na forma das áreas pode mascarar a distribuição espacial real do fenômeno (Dent, 1985 e 1999), (Slocum, 1999 e 2009). A Figura 6 ilustra, com exemplos hipotéticos, apresentados por Dent (1999) o problema de usar-se dados totais nas representações coropléticas.

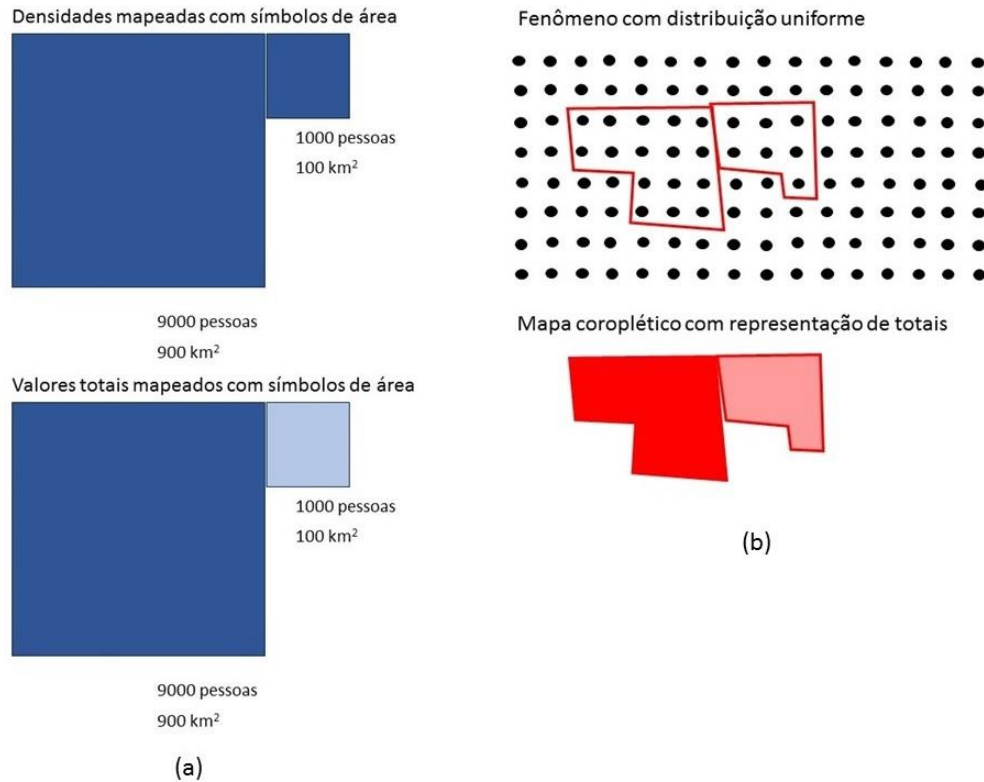


Figura 6 – O problema do uso de dados totais nas representações coropléticas.

Fonte: baseado em Dent, 1999.

Nas Figuras 7(a) e 7(b) são apresentadas duas representações coropléticas com os mesmos dados de população, ou seja, dados relativos às mesmas áreas geográficas e coletados no mesmo ano. Nos mapas da esquerda, em ambas as figuras, tem-se a representação da população total, e nos mapas da direita, em cada figura, da densidade populacional. Nas representações coropléticas o fenômeno é considerado ocorrer em áreas, e a ocorrência é constante dentro de cada área, portanto o valor numérico e a própria área devem estar relacionados. Nos exemplos das Figuras 5 e 6, o comportamento espacial da população por área é adequadamente representada por densidades, e não pela população total.

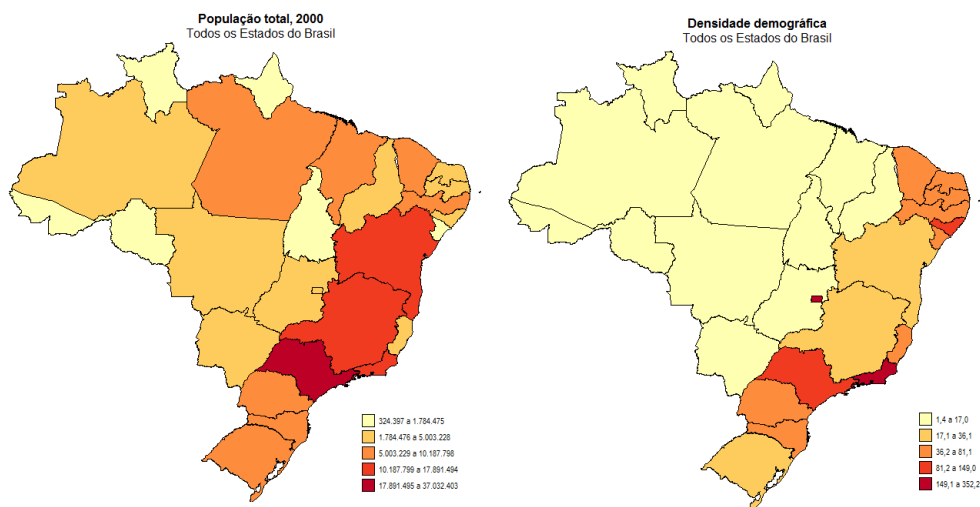


Figura 7 – Mapas coropléticos da população total por estado do Brasil (esquerda) e densidade populacional por estado do Brasil (direita).

Fonte: Atlas do IDHM – PNUD.

A Figura 8 ilustra o problema da representação coroplética para dados que tem uma ocorrência espacial aproximadamente regular (Figura 6b). Como em muitas situações não se tem controle sobre os limites geográficos, suas localizações espaciais não podem ser alterados, a variação dos tamanhos das áreas geográficas por mascarar a regularidade espacial do fenômeno, se este ocorre assim no espaço.

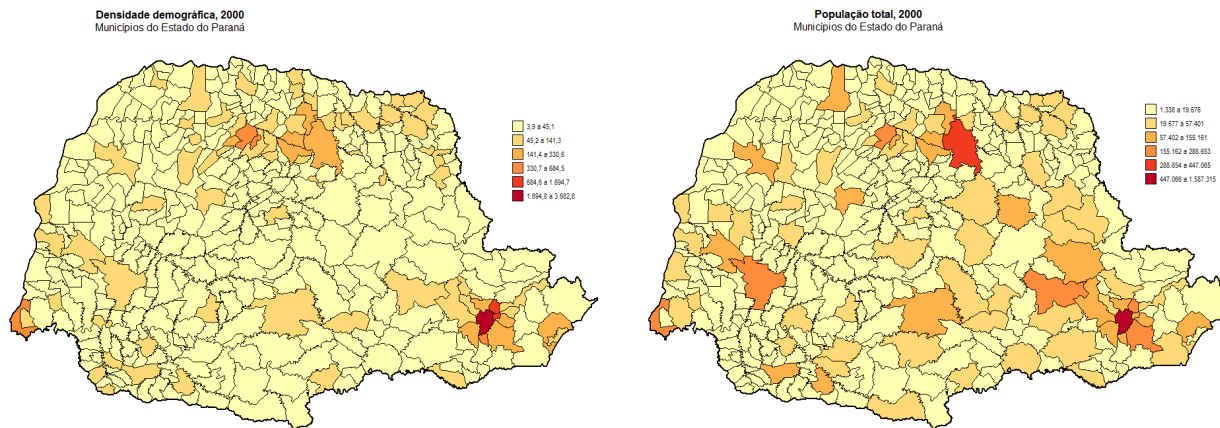


Figura 7 – Densidades populacionais e populações totais rurais por município do estado do Paraná. Fonte: Atlas do IDHM – PNUD.

Slocum e colaboradores (Slocum et al., 2009) apresentam de uma maneira bastante didática algumas possibilidades de adequação de dados totais à representação de áreas. Na cartografia temática chamamos estes dados de “derivados” (densidades, índices, proporções, taxas). A seguir apresentamos as abordagens mencionadas por Slocum (1999) e Slocum et al. (2009) para transformar dados totais em derivados, com alguns exemplos didáticos sugeridos por nós, autores deste livro:

1) os dados totais podem ser derivados quando divididos por áreas geográficas, significando densidades espaciais. Neste caso podemos pensar em duas situações:

a) gerar uma medida de densidade espacial dividindo um dado total pela área que será representada como unidade geográfica do mapa coroplético. Um exemplo típico desta abordagem é a densidade populacional, que é determinada pela divisão da população total que reside numa determinada região geográfica, pela área desta mesma região. Neste caso, a região geográfica em questão, por exemplo município, é a região definida como unidade geográfica do mapa coroplético. Nós podemos agrupar a população por diferentes características, e determinar o número de pessoas que compartilham tais características. Para quaisquer destes dados populacionais podemos gerar densidades, como por exemplo, a densidade de pessoas com mais de 15 anos analfabetas por município do estado do Paraná (Figura 8). Isto significa que podemos representar o número de pessoas com mais de 15 anos analfabetas por km^2 . Nós também podemos mapear densidades espaciais de fenômenos não relacionadas à população. Por exemplo, nós podemos calcular a densidade espacial da quantidade de toneladas colhidas de uma determinada cultura por uma unidade de área, como km^2 . Assim, pode ser de interesse dos usuários do mapa verificar a distribuição espacial por municípios do estado do Paraná de toneladas de soja colhida por km^2 , ou hectare, pois esta última é uma medida de área comum nos estudos agrícolas (Figura 9).

b) gerar uma medida de densidade espacial dividindo um dado total pela área de uma região geográfica diferente daquela selecionada como unidade geográfica do mapa coroplético. Um exemplo pode ser a densidade de pessoas que vivem na região rural de um município. Neste caso a densidade é calculada pela divisão entre o número de pessoas que vivem na área rural e a área da região rural. Esta densidade é representada num mapa coroplético, que tem como unidade geográfica o município. Assim, a densidade da população rural é representada em cada município. A área do município é diferente da área rural do município que é adotada para o cálculo da densidade. Um outro exemplo é

representar num mapa coroplético por município a densidade de toneladas de soja definida pela área de cultivo de soja do município. Neste caso a densidade é calculada pela divisão entre a quantidade de tonelada produzida de soja pela área de plantio de soja. Os valores destas densidades são representados por municípios. Portanto, a área definida para o cálculo da densidade é diferente da área da unidade geográfica representada no mapa coroplético. A Figura 10 ilustra os mapas das densidades de toneladas colhidas de soja pela área do cultivo (Figura 10(a)) e pela área do município (Figura 10(b)).

2) dividir dois dados totais que são relacionados ao mesmo fenômeno, contudo determinados em diferentes áreas geográficas. Um exemplo seria representar no mapa coroplético a relação entre hectares de trigo colhido por hectares de trigo plantado, em cada município de um estado da federação.

3) definir a incidência do fenômeno por taxas. As taxas são estabelecidas por razões relacionadas a uma medida de normalização. As porcentagens são exemplos de taxas, cuja unidade de normalização é 100. Por exemplo, se representarmos em mapas coropléticos a porcentagem de domicílios ligados à rede de esgoto, os valores serão normalizados a cada 100 domicílios. As taxas por ser definidas a cada 1.000, 10.000, 100.000 ocorrências dos fenômenos, e assim por diante. Por exemplo, é comum se definir a taxa de mortalidade infantil como o número de crianças que não deverão sobreviver ao primeiro ano de vida em cada 1000 crianças nascidas vivas.

4) determinar razões entre características de variáveis que não são relacionadas à áreas geográficas, mas são relacionadas entre si. Por exemplo, podemos representar em mapas coropléticos a razão entre o valor em dólares do soja colhido pelo valor em dólares de todas as colheitas da última safra em cada município.

5) calcular medidas estatísticas das características espaciais de fenômenos geográficos. Por exemplo, podemos representar o tamanho médios das praças em cada município.

FIGURA 8

FIGURA 9

FIGURA 10

4.2 PROJETO CARTOGRÁFICO DE MAPAS COROPLÉTICOS

Quando, num projeto cartográfico, temos que projetar e construir alguns mapas coropléticos, devemos considerar as características dos fenômenos a serem mapeados, a escala dos mapas, a quantidade e os tipos de áreas envolvidas, a classificação dos dados, a escolha das cores e o projeto da legenda (Dent, 1999).

A partir do objetivo do mapa e do conhecimento adequado do fenômeno e dos dados disponíveis, podemos definir o método de classificação e a escala do mapa. A quantidade e os tipos de áreas dependem da escala. Quanto maior o número de áreas, maior é o grau de detalhamento e maior é a dificuldade de diferenciação dos símbolos. E um número menor de áreas apresenta menor grau de detalhamento e uma representação mais generalizada.

REFERÊNCIAS

- Dent, B.D. **Principles of Thematic Map Design**. Addison-Wesley Publishing Company. 1985.
- Dent, B.D. **Principles of Thematic Map Design**. McGraw-Hill. 1999. 5a Ed.
- MacEachren, A M. **Some Truth with Maps: a primer on symbolization & design**. Association of American Geographers. 1994.
- Robbi, C. Visualization of Cartographic Information using DTM. **International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing**. Vol. XXXI. Part 4. Vienna. 1996.
- Slocum, T. A. **Thematic Cartography and Visualization**. Prentice Hall. 1999.
- Slocum, T.A., McMaster R.B., Kessler, F.C e Howard, H.H. **Thematic Cartography and Geovisualization**. Prentice Hall. 2009. 3a. ed.