
Cartografia temática e métodos de representação: uma revisão teórica

Estrabão
Vol.(4): 92 – 111
©The Author(s) 2023
DOI: 10.53455/re.v4i.77



Maurício Rizzatti¹, Elsbeth Léia Spode Becker², Roberto Cassol¹ e Natália Lampert Batista¹

Resumo

Contexto: A Cartografia Temática é um dos ramos da ciência cartográfica que diz respeito ao tratamento da informação espacial com objetivo de representá-la graficamente. Método: Foi utilizando os princípios da semiologia gráfica, que por sua vez, tem como fundamento a clareza em sua comunicação, pois o mapa deve possuir uma linguagem universal. Desta forma, dependendo do tipo de variável que se deseja espacializar, deverá utilizar diferentes *Métodos de Representação*. Resultados: O presente trabalho apresenta e caracteriza os métodos de representação da Cartografia Temática a partir dos *Métodos de Representação*, a saber: qualitativo, ordenado, quantitativo e dinâmico, suas principais características e variáveis visuais para garantir uma representação monossêmica.

Palavras chave

Semiologia Gráfica, Variáveis Visuais, Intervalos de Classe, Monossêmico.

Introdução

A Cartografia se refere ao conjunto de operações científicas, técnicas e artísticas, que por meio de observações diretas ou análise de documentos cartográficos já elaborados, trata da elaboração de mapas e outras representações do espaço geográfico. De fato, é uma ciência extremamente técnica e a precisão de seus produtos é fundamental, portanto, deve ser feita por profissionais especializados.

¹Departamento de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

² Universidade Franciscana, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

Corresponding author:

Maurício Rizzatti, Departamento de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

Email: geo.mauricio.rizzatti@gmail.com

De acordo com Duarte (1991) e Carvalho e Araújo (2008) existe uma divisão da Cartografia em Geral (Sistemática ou de Base) e Cartografia Temática¹. Joly (2013) coloca que a Cartografia Geral tem um sentido de representação exata e detalhada de um lugar específico, enquanto a Cartografia Temática, adjetivo de uso recente, tem um sentido imperfeito e controvertido, pois todo o mapa ilustra um tema, até uma representação topográfica. De acordo com o mesmo autor, outros vocábulos propostos como Cartografia Aplicada, Especial ou Especializada são piores ainda que a Temática² (Joly 2013).

Sobre isso, Duarte (1991) destaca que:

Se a tendência é dar a Cartografia Temática significado de algo especial, isto contrasta com o que seja de uso geral, o que nos leva a considerar que existem, pelo menos, dois grandes ramos nesta ciência: Cartografia Geral e Temática. No primeiro, incluem-se os mapas de uso geral; no segundo, os mapas destinados a um público específico ou especial. Mesmo assim, em certos momentos é quase impossível traçar uma linha demarcatória para dizermos se determinado trabalho constitui preocupação da Cartografia Geral ou da Temática. O que vai acontecer, na prática, é que um mapa poderá ser classificado como de referência geral ou então como temático, conforme a situação do momento.

(Duarte, 1991, p. 136-137)

O mapa é um produto da ciência cartográfica. No entanto, a Cartografia constitui um conjunto de operações técnicas e científicas, desde a preocupação de transformar a superfície da Terra curva em uma representação plana, por meio das projeções cartográficas. Também é responsável pelo levantamento de informações sobre o terreno, seja por documentos já confeccionados ou por levantamentos topográficos, aerofotogramétricos ou sensores orbitais. Nesse ponto, a precisão na geração e utilização destas ferramentas são primordiais para uma eficiência no trabalho do cartógrafo. Nesse sentido, o profissional responsável por gerar produtos da Cartografia de Base é restrito, exigindo uma formação acadêmica específica.

Além disso, a durabilidade nas informações geradas pela Cartografia de Base é, em geral, por um longo período. Um exemplo disso são as cartas topográficas, produzidas por especialistas, que, no caso do estado do Rio Grande do Sul, a maioria do mapeamento sistemático na escala 1:50.000 datam de 1980 e 1990 e, são utilizados até hoje. Por outro lado, a validade dos dados utilizados na Cartografia Temática é limitada, pois as informações são referentes a uma data específica, como censos demográficos ou agropecuários. Um grande exemplo referente a essa duração é sobre o monitoramento do avanço do novo Coronavírus, em que o mapa elaborado na semana passada não tem mais aplicabilidade para atividades de gestão ou monitoramento da dispersão do vírus, mas pode ser útil para uma análise temporal. O Quadro 1 apresenta algumas particularidades sobre Cartografia Geral e Cartografia Temática, auxiliando na distinção entre ambas.

A partir do exposto, pode-se concluir que a Cartografia Temática é uma esfera da Cartografia no que tange o planejamento, execução e impressões de mapas base, com a aplicação de uma simbologia

¹ Alguns autores como Menezes e Fernandes (2013) apontam que a Cartografia possa ser dividida em: geral, especial e temática. Segundo Duarte (1991, p. 133), “A questão toda gira em torno do fato de se saber o que seja um ‘assunto especial’ ou um ‘tema’”.

² Para este trabalho, adotou-se a divisão da Cartografia em Cartografia de Base (Sistemática ou Geral) e Cartografia Temática.

Quadro1. Particularidades entre Cartografia Geral e Cartografia Temática

Particularidades	Cartografia geral	Cartografia temática
Público que atende	Amplo e diversificado.	Especializado e reduzido.
Propósito	Grande diversidade.	Assuntos mais restritos.
Elementos representados	Elementos físicos ou a ele relacionados.	Quaisquer elementos, até mesmo os de natureza abstrata, como densidade demográfica.
Durabilidade da informação	Em geral, podem ser usados por longo período.	Duração mais limitada, pois os dados são superados com rapidez.
Nível da informação	Ênfase para dados qualitativos	Dados qualitativos e quantitativos
Preparo do leitor	Não exige, necessariamente, conhecimento específicos para a compreensão.	Exige, em geral, conhecimentos especializados.
Preparo do executor	Executados por especialistas em Cartografia.	Podem ser executados por pessoas não especialistas em Cartografia.
Significado das cores	Em geral, tem significado qualitativo.	Significado tanto qualitativo como quantitativo.

Fonte: Adaptação de Duarte (1991).

adequada, pois atende as necessidades de um público específico (Duarte 1991). A partir do exposto, esse trabalho tem por objetivo apresentar e caracterizar os métodos de representação da Cartografia Temática. Assim, buscou-se ressaltar o princípio de cada método e as principais variáveis visuais aplicadas, a fim de representar espacialmente diferentes elementos.

Cartografia Temática

A Cartografia Temática tem foco no processo de comunicação, utilizando normas e teorias para a representação gráfica de informações. Segundo Sampaio (2019, p. 21), ela “[...] apresenta ênfase no processo de comunicação, diferindo das outras áreas da cartografia que possuem foco na qualidade geométrica e/ou posicional dos dados geoespaciais”. Nesse sentido, a Cartografia Temática se preocupa com a representação, a clareza e a compreensão de determinado tema, enquanto a Cartografia Sistemática

é responsável pela precisão exigida em seus levantamentos e mapeamentos que servirão como base para a Cartografia Temática.

O mapa é uma linguagem, que por meio dos signos, apresenta um mundo real, o qual é abstraído para a representação de objetos e/ou variáveis. Isto posto, compreende-se que o mapa é um meio de comunicação através de representações gráficas. Desta forma é fundamental que este documento exprima um significado único em suas representações, de modo a não causar ambiguidade na sua leitura, ou seja, sua comunicação deva ser monossêmica.

Sobre isso, Martinelli (2016) escreve que:

A representação gráfica é uma linguagem de comunicação visual, porém, de caráter monossêmico (significado único). Sua especificidade reside essencialmente no fato de estar fundamentalmente vinculada ao âmbito das relações podem se dar entre os significados dos signos. Interessa, portanto, considerar as relações que existem entre os signos que significam objetos, fatos ou fenômenos geográficos, [...].

(Martinelli, 2016, p. 13).

Para conseguir realizar estas questões, a Cartografia passou a utilizar a Semiologia Gráfica proposta por Jacques Bertin (Bertin 1978). Salienta-se que a linguagem cartográfica é fundamentada pela ciência da “Semiótica”, tendo por objetivo de investigação todas as linguagens, principalmente a dos signos. Desenvolveu o Sistema Gráfico dos Signos, o qual determina o processo de transmissão de informação por uma representação gráfica, determinando, posteriormente, a Gramática da Cartografia Temática (Queiroz 2000).

Segundo Nogueira (2009, p. 128) o maior legado deixado por Bertin “[...] para a Cartografia foi a sistematização das variáveis gráficas, atualmente evocadas toda vez que se quer construir, principalmente, mapas estatísticos ou socioeconômicos”. De acordo com Queiroz (2000), Bertin identifica três relações, as quais consistem nos significados da representação gráfica (similaridade, ordem e proporcionalidade), “[...] e são expressas pelas variáveis visuais – tamanho, valor, textura, cor, orientação e forma –, que são os significantes. Essas variáveis visuais têm ainda três modos de implantação, a saber: o pontual, o linear e o zonal” (Queiroz, 2000, p. 122).

Essas variáveis visuais, associadas as dimensões no plano (X, Y), devem descrever três relações fundamentais: a diversidade (=), a ordem (O) e proporcionalidade (Q). Deste modo, “[...] a diversidade será transcrita por uma diversidade visual; a ordem, por uma ordem visual; e a proporcionalidade, por uma proporção visual” (Martinelli, 2014a, p. 8), conforme exemplificado no Quadro 2.

Por meio das variáveis visuais, que são representações variadas sensíveis à vista, tem-se as três relações entre os objetos. A variável visual tamanho é atribuída para a relação de proporcionalidade, onde o tamanho do ponto varia de acordo com a variável (mínimo e máximo). Como aponta Martinelli (2016, p. 16), “A grande é o quádruplo da média, que é o quádruplo da pequena”. Já o valor ou matiz da cor se refere a intensidade visual, que vai do claro ao escuro. Segundo Joly (2013, p. 14), “[...] é resultado de uma adição à cor pura ou cor ‘chapada’ de uma certa quantidade de branco que enfraquece a tonalidade”.

Por sua vez, a variável visual cor é a mais chamativa de todas, podem ser utilizadas as cores puras do espectro eletromagnético ou por combinação de cores. Podem servir para delimitar áreas distintas, com cores bem diferentes ou, ainda, representar ordem, com cores que vão do claro ao escuro (degradê) ou vice-versa. Consequentemente, é aplicada para representar relações de diversidade e ordem.

Quadro 2. Relações de diversidade, ordem e proporcionalidade na representação gráfica.

Objetos			Relações	Transcrição Gráfica	Variável Visual
Minerais Metálicos			Diversidade (\neq)	▲ ◆ ●	Forma
Ferro	Cobre	Alumínio			
Medalhas			Ordem (O)	● ▨ ▩	Granulação
Ouro	Prata	Bronze			
População (habitantes)			Proporcionalidade (Q)	● ● ●	Tamanho
100	400	1600			

A terceira variável se refere a forma que os elementos são espacializados no mapa. Pode ser um círculo, uma cruz, um triângulo ou uma estrela para representar diversidade (percepção dissociativa) ou formas semelhantes para uma percepção associativa³ (\equiv). A variável orientação está atrelada a rotação dos elementos, podendo dispor-se horizontal, vertical ou obliquamente. Na ausência da cor (mapa em escala de cinza), ganha destaque para representações zonais que representam diversidade. Por fim, a granulação se refere a aplicação de texturas, variando de texturas finas a mais grossas, mas sem a modificação do tamanho e cor. Normalmente é utilizada para representar ordem, como exemplificado no Quadro 2.

Os seis tipos de variáveis visuais são aplicados dependendo da finalidade do que se pretende representar. Deste modo, algumas variáveis são mais utilizadas para representações de diversidade (qualitativas), principalmente a cor e orientação, a variável visual tamanho para a proporcionalidade (quantitativo) e para determinar uma ordem, o valor e granulação. Destaca-se, que essas variáveis podem ser aplicadas a modos de implantações pontuais, lineares e zonais. A Figura 1 (uma adaptação de Bertin (1973) *apud* Martinelli (2016)), ilustra a aplicação das variáveis visuais de acordo com os modos de implantação e suas propriedades perceptivas.

Basicamente, os fenômenos são agrupados em três métodos de representações, a saber, qualitativo/seletivo (=), ordenado (O) e quantitativo (Q). São estáticas e dependem do tema que buscam representar por meio de pontos, linhas ou polígonos, utilizando as variáveis visuais para ilustrar diversidade, quantidade ou ordem. Além disso, segundo Martinelli (2014a), existe, também, a apreciação dinâmica para representações das transformações de estados e das variações quantitativas e relativas no tempo, movimentos no espaço (método de fluxos) e, atualmente, a animação cartográfica.

Método de representação Qualitativa

O método de representação qualitativa se preocupa em apresentar a existência, a localização e a extensão de determinado objeto. Assim, essa representação ajuda a responder o que existe em determinado local.

³ Segundo Martinelli (2014a, p. 8-9), na percepção associativa () “A visibilidade é constante: afastando-se da vista, formas, granulações e cores de mesmo valor visual e orientações não somem, porém se confundem (forma, granulação, série de cores de mesmo valor visual, orientação)”.



Figura 1. Aplicação das variáveis visuais em representações pontuais, lineares, poligonais e suas propriedades perceptivas.

Esse método pode ser manifestado por pontos, como em um mapa dos recursos minerais, por linhas, tratando-se de um mapa do sistema viário (rodovias, ferrovias e hidrovias) ou, ainda, por polígonos, em uma representação das vegetações brasileiras, por exemplo. Normalmente, em uma representação qualitativa pontual, a forma ou a cor são as variáveis visuais mais aplicadas, visto que deve demonstrar uma relação de diversidade.

De acordo com Robinson et al. (1995, p. 483, tradução nossa) quando

[...] estão disponíveis em uma escala nominal (qualitativa), podemos simbolizá-los com as variáveis visuais diferenciadas. Essas variáveis incluem forma, matiz (cor) e orientação. Todas essas variáveis visuais são úteis na representação de dados de pontos.

(Robinson et al, 1995: 483)

Assim, diferentes formas e cores são as mais indicadas para tal objetivo. Os mapas com esta preocupação e implantação pontual são, normalmente, voltados à produção agrícola, recursos minerais, unidades de conservação, aeroportos, portos, entre outros, a nível nacional⁴.

⁴ Dependendo da escala cartográfica do mapa, os temas mencionados podem ser implantados por polígonos

A Figura 2 exemplifica um mapa qualitativo pontual para as instituições de ensino – estaduais, municipais e particulares – na área urbana de Santa Maria, Rio Grande do Sul (RS). Nele, pode-se verificar que diferentes formas foram atribuídas, como o losango, o quadrado e o triângulo, para instituições estaduais, municipais e particulares, respectivamente. Optou-se pela variável visual forma para demonstrar a diversidade entre as variáveis, ou seja, uma escola estadual é diferente de uma municipal que, por sua vez, é diferente de uma particular. Entretanto, a variável cor também foi utilizada para permitir uma associação ao leitor, entre os elementos mapeados. Por exemplo, a cor atribuída ao nível fundamental é laranja, logo, independente da forma, a mencionada cor se refere ao ensino fundamental, mesmo se as instituições forem estaduais, municipais ou privadas.

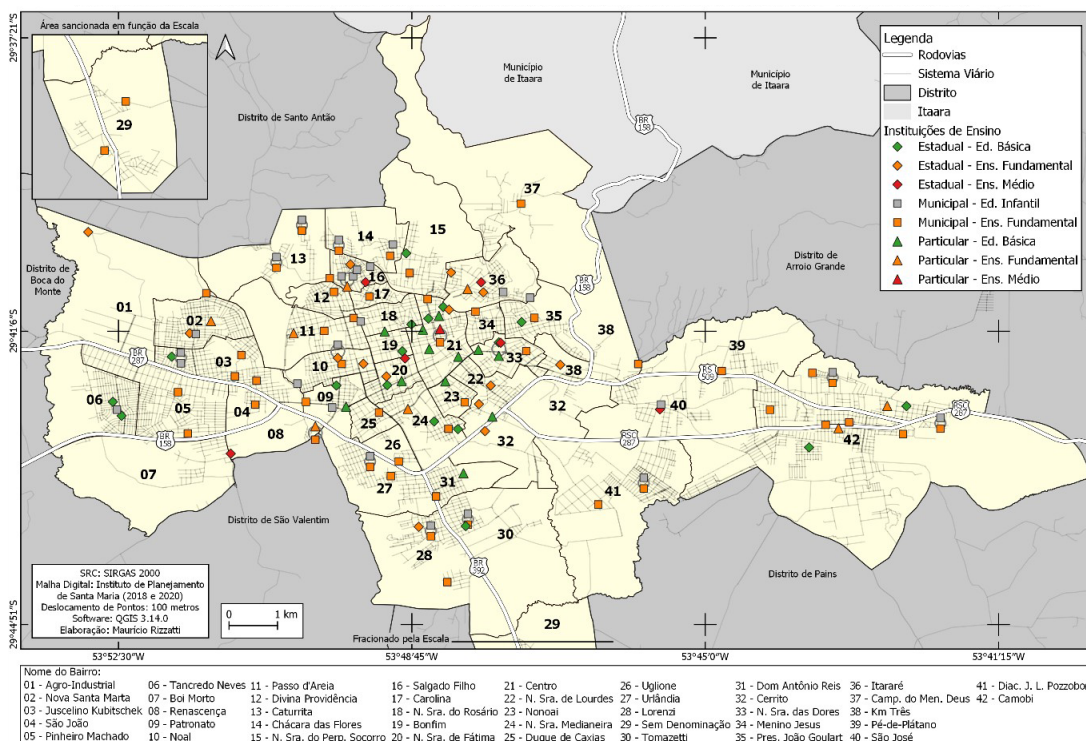


Figura 2. Mapa das Instituições de Ensino (Estaduais, Municipais e Particulares) na área urbana de Santa Maria (RS) em 2018.

No mapa da Figura 2, é possível realizar algumas perguntas como qual o bairro ou região está localizada a maioria das escolas particulares. Logo, através da leitura do documento, pode-se traçar padrões ou, ainda, quantificar as escolas por bairro segundo a tipologia do mapa. Assim, o mapa não “dá” a resposta instantaneamente. Segundo Martinelli (2014a), será necessário ler o mapa sucessivamente, observando os signos constantes no mapa e decodificá-los com auxílio da legenda.

Tratando-se de uma implantação linear em representações qualitativas, o elaborador do mapa ainda deve se preocupar que a natureza da informação deve representar diversidade. Assim como na manifestação em ponto, as variáveis visuais mais recomendadas para atingir tal finalidade são a forma e cor. Os exemplos mais comuns de representações qualitativas lineares são na representação da rede rodoviária, ferroviária e hidroviária, além de falhas geológicas, temperatura (isotermas), precipitação (isoietas) e pressão atmosféricas (isóbaras) (Duarte 2002). Destaca-se que a espessura deve permanecer a mesma em todas as feições lineares de diversidade para não apresentar ideia de quantidade ou ordem, que é preocupação de outros métodos de representações. Além disso, de acordo com Duarte(2002):

[...] a espessura do traço tem um significado simbólico, haja vista que sua largura, em muitos mapas, são tem relação com a escala do documento. Isso acontece principalmente com mapas em escalas pequenas, como por exemplo 1:1.000.000, em que 1 milímetro da espessura do traço representaria 1 quilômetro na realidade

(Duarte, 2002, p. 185)

Por fim, o outro tipo de representação qualitativa se dá por meio da implantação poligonal, também chamada de método corocromático qualitativo. Para Martinelli (2014a, p. 28, grifos no original), este método é aplicado quando “[...] a diversidade das ocorrências com manifestação em área é transcrita pela diversidade entre as cores ou entre as texturas”, ou seja, que o tema representado seja nominal (e não numeral), com a necessidade de diferenciação entre as demais classes do mapa, como, por exemplo, em um mapa de vegetação, as cores utilizadas devem apresentar diversidade entre Cerrado, Caatinga e Pampa, pois são formações vegetais distintas. Nesse sentido, Ramos (2005, p. 27) coloca que “Esse tipo de representação é utilizado para fenômenos em escala de mensuração nominal (qualitativos), que não correm seguindo limites preestabelecidos (como limites político-administrativos)”. Além disso, variável visual orientação também pode ser aplicada para a distinção entre objetos em representações qualitativas.

O Quadro 3 apresenta algumas aplicações das variáveis visuais para representações qualitativas pontuais, lineares e poligonais. Nesse sentido, observa-se que a forma foi utilizada para transcrever graficamente os diferentes tipos de minerais e sistema viário, demonstrando que o ouro é diferente do ferro que, por sua vez, é diferente do alumínio, assim como a rodovia, ferrovia e hidrovia são diferentes entre si na manifestação linear. A variável cor também poderia ser aplicada, como utilizada para as formações vegetais, porém, sem que houvesse uma transição de cores claras para escuras para não apresentar ordem.

Quadro 3. Aplicação das variáveis visuais forma e cor para representações qualitativas pontuais, lineares e poligonais

MÉTODO DE REPRESENTAÇÃO QUALITATIVO							
Manifestação	Elemento			Variável Visual	Transcrição Gráfica		
Ponto	Recursos Minerais			Forma	Ouro	Ferro	Alumínio
	Ouro	Ferro	Alumínio				
Linha	Sistema Viário			Forma	Rodovia	Ferrovias	Hidrovia
	Rodovia	Ferrovias	Hidrovia				
Polígono	Vegetações			Cor	Cerrado	Caatinga	Pampa
	Cerrado	Caatinga	Pampa				

Método de representação Ordenada

Já o método de representação ordenado busca responder qual é a ordem dos elementos, como “[...] categorias deduzidas de interpretações quantitativas ou de datações. São exemplos a hierarquia das cidades pelo critério do tamanho funcional, a sequência das ocupações dos espaços agrícolas [...] e a expansão das ferrovias pelas datas de chegada às cidades [...]” (Martinelli, 2014a, p. 31).

Utiliza-se o método com implantação pontual para demonstrar a hierarquia ou ordem entre os fenômenos. Em um mapa monocromático (tons de cinza) da hierarquia urbana brasileira, a variável visual atribuída é o valor, pois “[...] vai do escuro ao claro, dentro de círculos de mesmo tamanho, para os pontos que são cidades” (Martinelli, 2014a, p. 31). Os pontos necessitam ser de igual tamanho para não apresentar ideia de quantidade, mas de ordem, que é o objetivo das representações ordenadas. Outro exemplo de aplicação deste método seria na classificação dos aeroportos de acordo com tipo de voo – privados, comerciais, nacionais e internacionais. Ressalta-se que, para representar o número de voos, é recomendada a representação quantitativa ou dinâmica (fluxo). Também, é possível utilizar a variável cor, desde que apresente uma ordem, como de cores claras para escuras ou vice-versa.

As mesmas variáveis visuais são utilizadas em manifestações ordenadas lineares, como para representar a hierarquia das rodovias (duas pistas, com pista simples ou, ainda, não pavimentada), e das redes de drenagem (ordem dos rios). Nas implantações poligonais, conhecido, também, como corocromático ordenado, é aplicada a variação visual de valor, escuro para o claro ou vice-versa, tanto com cores quanto com texturas em preto e branco, preenchendo toda a distribuição do fenômeno (Martinelli, 2014b, 2016). São exemplos deste modo mapas de geologia em sequência cronológica (Pré-cambriano, Paleozoico, Mesozoico e Cenozoico), expansão urbana e monitoramento do desmatamento, com classes de períodos (datas), por exemplo, desmatamento de 2004 a 2010, de 2010 a 2016.

O Quadro 4 apresenta aplicações das variáveis visuais valor e textura para transcrever graficamente a hierarquia das cidades, das rodovias e da geologia, em sequência cronológica (Eras geológicas).

Quadro 4. Aplicação das variáveis visuais forma e cor para representações ordenadas pontuais, lineares e poligonais

MÉTODO DE REPRESENTAÇÃO ORDENADO							
Manifestação	Elemento			Variável Visual	Transcrição Gráfica		
Ponto	Hierarquia das Cidades			Valor	Capital Regional	Metrópole	Metrópole Nacional
	Capital Regional	Metrópole	Metrópole Nacional				
Linha	Hierarquia das Rodovias			Valor	Rodovia Pavimentada	Rodovia em Duplicação	Rodovia Duplicada
	Rodovia Pavimentada	Rodovia em Duplicação	Rodovia Duplicada				
Polígono	Geologia em sequência cronológica			Textura	Paleozoico	Mesozoico	Cenozoico
	Paleozoico	Mesozoico	Cenozoico				

Método de representação Quantitativa

O método de representação quantitativa tem a preocupação de responder a quantidade do fenômeno mapeado. Conforme Robinson et al. (1995, p. 480, tradução nossa), “[...] quando os dados estão disponíveis em escala de medição ordinal [...], podemos simbolizá-los com as variáveis visuais de ordem. Essas variáveis incluem o tamanho, valor (cor) e cromia (cor)”. Na maioria dos casos, a variável visual indicada para o método quantitativo é o tamanho, visto que demonstra a proporção entre os elementos do qual é o tema do mapa. Isso é explicado por Nogueira (2009), a qual coloca que “A variável visual tamanho é indicada para representar dados quantitativos, no modo de implantação pontual e linear, porque permite uma aproximação correta dos dados” (Nogueira, 2009, p. 132).

Dessa forma, na representação quantitativa pontual, quando aplicado a variável visual tamanho, refere-se ao método de círculos proporcionais. De acordo com Longley et al. (2013, p. 312), “[...] o círculo é escalonado proporcionalmente ao tamanho da quantidade que está sendo mapeada e pode ser centralizado em qualquer ponto conveniente dentro da zona”. A Figura 3 apresenta um exemplo de aplicação da variável visual tamanho para a quantificação do número de jovens de 13 a 17 anos de idade, por bairros de Santa Maria, RS.

Ao observar a Figura 3, é possível visualizar, rapidamente, os bairros que possuem uma maior e menor quantidade de residentes com idade entre 13 e 17 anos, justamente pela variável tamanho utilizada no mapa. A saber, os bairros com maior quantidade são Camobi, Nova Santa Marta, Juscelino Kubitschek, Tancredo Neves e Centro, com 1.579, 1.533, 1.065, 980 e 970, respectivamente. Percebe-se que esses cinco bairros estão nas duas maiores classes do mapa (com os dois maiores círculos). Em contrapartida, os bairros Agro-Industrial, Renascença, Uglione, Cerrito e Divina Providência, com 20, 122, 132, 137 e 144, respectivamente, encontram-se no intervalo de classe inferior, com o tamanho do círculo menor em relação aos demais. O tamanho também permite uma interpretação rápida, no sentido de concluir que alguns bairros da região oeste da cidade possuem maior número de jovens na faixa etária citada do que na região central.

Sobre a implantação linear quantitativa, Robinson et al. (1995, p. 484, tradução nossa) colocam que: “As principais variáveis visuais de tamanho e valor (cor) são usadas para simbolizar os recursos recebidas

como linhas [.]”. Todavia, esse ponto é explicado na seção de mapas de fluxos (método de representação dinâmica).

Para a manifestação de dados quantitativos em unidades geográficas (áreas), o método dos pontos de contagem ou densidade de pontos permite representar informações quantitativas absolutas em áreas. Segundo Martinelli (2014a, p. 46), a contagem dos pontos é

[.] ideal para a representação de fenômenos com um padrão de dispersão, como é o caso da população rural. Considera-se um número de pontos iguais, distribuídos adequadamente na área de ocorrência – proporcional à quantidade absoluta ser representada.

Martinelli (2014a, p. 46)

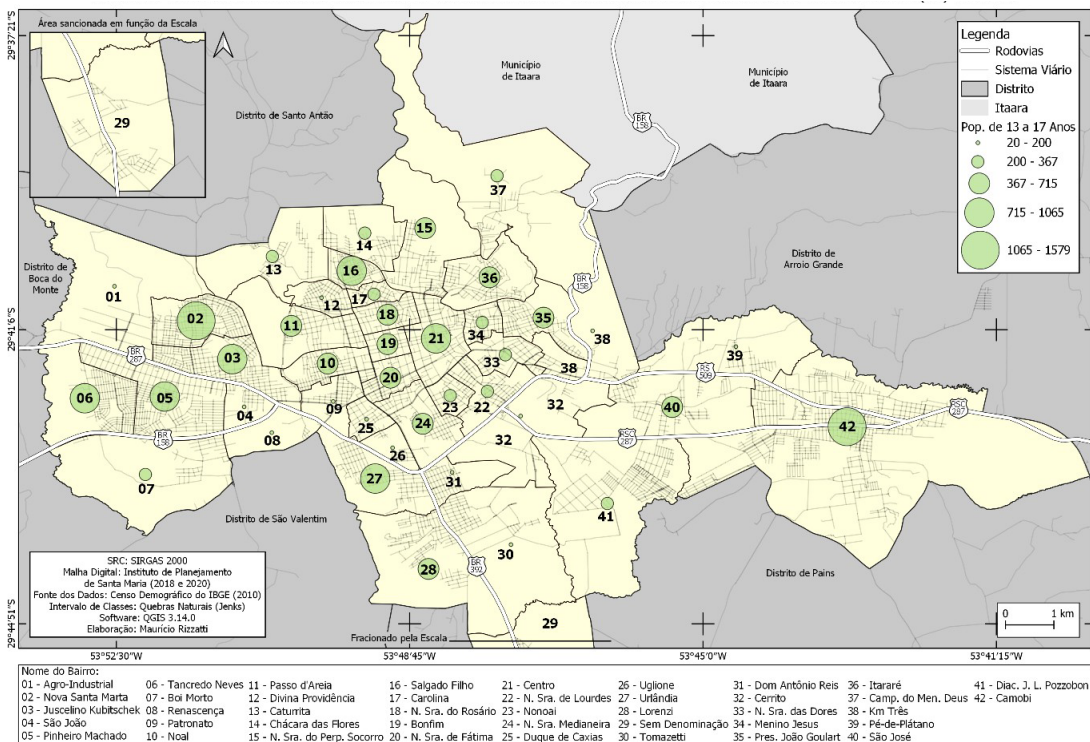


Figura 3. Mapa do número de residentes de 13 a 17 anos de idade por bairro na área urbana de Santa Maria (RS) em 2010

Para isso, cada ponto irá equivaler a um dado unitário. Por exemplo, tratando-se do método de pontos de contagem e cada ponto equivale a 10 habitantes (1 ponto = 10 habitantes), os distritos X, Y e Z possuem 50, 20 e 80, respectivamente. Logo, na área do distrito X, será distribuído cinco pontos com posição (latitude e longitude) aleatória, no distrito Y dois pontos e no distrito Z, oito pontos.

Contudo, o modo mais utilizado para a representação de informações quantitativas em áreas é conhecido como método coroplético. Para Ramos (2005):

A palavra coroplética vem do grego *choros* (área) e *pletos* (valor). Nesse tipo de representação, diferentes valores são atribuídos a unidades de área. Os valores da série de dados a ser mapeada são submetidos a um processo de classificação e as classes obtidas são representadas nos polígonos a elas associados.

(Ramos, 2005, p. 27, grifos no original)

Basicamente, existem dois tipos de mapas coropléticos: a) os mapas de densidade que ilustram razões, como a densidade demográfica (habitantes/área) e; b) os mapas de porcentagens, que demonstram taxas, como a porcentagem de habitantes sobre o total da população (Nogueira 2009). Como exemplo, o mapa da Figura 5, poderia ser representado coropléticamente, desde que transformado para taxa. Para isso, deve-se dividir o número de residentes com 13 a 17 anos de idade pela população total do bairro e multiplicar por 100. Recomenda-se, então, a aplicação do método coroplético para a representação de razões ou taxas, como densidade demográfica ou porcentagem de determinada variável, enquanto os círculos proporcionais devem espacializar dados absolutos.

Para a aplicação de mapas coropléticos, ressalta-se a importância de três elementos básicos: o tamanho e forma das áreas, o número de classes e seus intervalos. Para o método quantitativo poligonal, o ideal seria que as unidades de área tivessem tamanho semelhantes. Quando as unidades são pequenas, a variação dos dados é facilmente percebida, enquanto nas áreas grandes, a tendência de variação espacial dos dados é diminuir, assim como a percepção deles (Nogueira 2009). Como exemplo, os municípios localizados na porção nordeste do estado do Rio Grande do Sul, sobretudo no eixo Porto Alegre – Caxias do Sul – Passo Fundo, são municípios com extensão territorial semelhante, fato que a variação dos dados é visualizada com facilidade. Já na campanha gaúcha os municípios são maiores, dificultando a percepção da variação entre as classes. Deste modo, o leitor de um mapa coroplético do Rio Grande do Sul tem uma maior facilidade de distinção entre as classes nos municípios menores, principalmente os da região nordeste.

O segundo ponto que merece atenção é o número de classes que os dados serão espacializados. Robinson et al. (1995), colocam que o número de classes depende do nível de detalhamento do mapa, porém, é interessante atribuir um número que possa ser facilmente lido. Em um mapa monocromático, mesmo com a utilização de padrões e valores, os leitores não conseguem distinguir mais de cinco a oito classes em preto e branco. Todavia, em um produto colorido, através das progressões de cores, é possível visualizar mais classes. Em consonância, Nogueira (2009) recomenda a utilização de cinco a oito classes, pois elas são percebidas com mais facilidade pelos leitores dos mapas. De certa maneira, não adianta aumentar o número de classes na tentativa de fazer a representação exata do valor de cada polígono, pois o leitor não é capaz de identificar a correta distinção (Nogueira 2009).

Como alternativa para não adoção arbitrária do número de classes, pode-se utilizar a fórmula de Sturges⁵ ou pelo método do quádruplo do logaritmo de n^6 para estimar o número de classes, onde “n” é o número de dados ou frequência (Nogueira 2009). Como exemplo, aplicam-se essas fórmulas para determinar o número de classes de um mapa de densidade demográfica (população relativa) dos bairros de Santa Maria, sabendo que a cidade possui 41 bairros⁷ ($n = 41$). Aplicando as fórmulas e considerando $n = 41$ (n° de bairros), temos que o número de classes do mapa são 6,32 ($\cong 6$) e 8,06 ($\cong 8$), conforme Sturges e quádruplo do logaritmo, respectivamente.

⁵ A fórmula para cálculo de classes segundo Sturges: N° de classes = $1 + (3,3 \times \log n)$.

⁶ Fórmula para cálculo de classes de acordo com o quádruplo do logaritmo de n: N° de classes = $(5 \times \log n)$.

⁷ De acordo com a Lei Complementar N° 102/2015, a área rural referente ao Passo das Tropas passou a ser urbano com nome “Sem Denominação” (Santa Maria, 2015), totalizando 42 bairros na área urbana de Santa Maria. Porém, como não se possui dados referente a população, desconsiderou-se a área no exemplo

O último ponto e não menos importante para a determinação de um mapa coroplético, refere-se à determinação do intervalo entre as classes. Nos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), existem uma gama de métodos para serem utilizados, todavia é fundamental o conhecimento do usuário para a tomada de decisão e ser crítico na escolha. Com maior frequência, os métodos que estão presentes são intervalo igual (método da amplitude), método da contagem igual (quantis), quebras naturais (Jenks) e por desvio padrão. O Quadro 5 apresenta alguns métodos de definição do intervalo de classes.

Com isso, pode-se visualizar que cada método tem suas vantagens e limitações. Por isso, é fundamental que o usuário conheça a área de estudo e as particularidades dos critérios para cálculo dos intervalos. O Quadro 6 demonstra a classificação do intervalo de classes da densidade demográfica (habitantes/km²) por bairros de Santa Maria e o número de bairros por classe, enquanto a Figura 4 ilustra o comportamento da mesma variável por quatro métodos diferentes.

Quadro 5. Exemplos de métodos para a definição do intervalo de classes em representações quantitativas

Método	Limite entre as classes	Vantagens	Limitações
Manual	Alcance igual ou diferente. Liberdade para escolher o momento da quebra.	Flexibilidade ao mapear, permitindo adequações necessárias.	Interferência direta do pesquisador.
Intervalo Igual	Intervalo entre as classes é igual. Variado de acordo com o número de classes escolhidas.	Mapa harmônico com o valor dos intervalos iguais.	Pode ocasionar uma má distribuição dos casos nas classes.
Contagem Igual (Quantil)	Alcance diferente. Varia de acordo com o número de unidades geográficas.	Cada uma das classes possui a mesma quantidade de unidades espaciais.	Dados muito diferentes podem cair na mesma classe.
Quebras Naturais (Jenks)	Fixo, definido após a criação de um diagrama dos dados.	Escalonamento natural dos dados, agrupando-os segundo a semelhança.	Limitações para comparações entre mapas (séries históricas).
Desvio Padrão	Fixa. Os limites das classes são proporcionais ao desvio padrão dos valores dos dados.	Mostra as distorções locais de algumas unidades em relação à média regional.	Não representa os valores dos dados, mas os cálculos de média e desvio padrão deles.
Quebras Suaves ou Claras	Arredonda o intervalo de classes para números inteiros.	Agrupar as unidades com valores próximos.	Não utiliza estatística para determinação do intervalo.

Quadro 6. Definição do intervalo de classes da densidade demográfica de acordo com diferentes métodos e contagem do número de bairros (feições) por classe.

Classes	Métodos para determinação do intervalo entre classes			
	Intervalo Igual (f_i)	Contagem Igual (f_i)	Jenks (f_i)	Quebras Suaves (f_i)
1ª Classe	33 – 2.235 (19)	33 – 668 (7)	33 – 923 (9)	33 – 2.000 (17)
2ª Classe	2.235 – 4.437 (9)	668 – 1.537 (7)	923 – 2.324 (11)	2.000 – 4.000 (9)
3ª Classe	4.437 – 6.639 (5)	1.537 – 2.659 (7)	2.324 – 4.195 (8)	4.000 – 6.000 (5)
4ª Classe	6.639 – 8.841 (3)	2.659 – 4.146 (6)	4.195 – 7.296 (7)	6.000 – 8.000 (5)
5ª Classe	8.841 – 11.043 (3)	4.146 – 6.987 (7)	7.296 – 10.646 (4)	8.000 – 10.000 (2)
6ª Classe	11.043 – 13.245 (2)	6.987 – 13.245 (7)	10.646 – 13.245 (2)	10.000 – 13.245 (3)

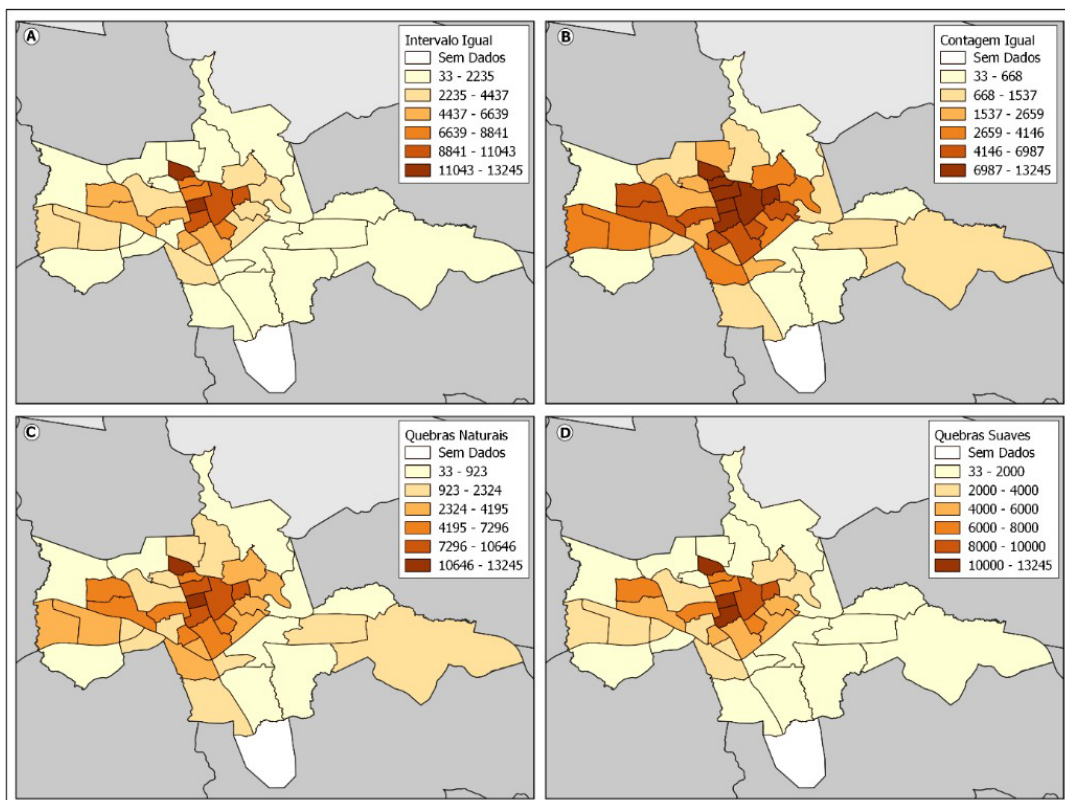


Figura 4. Densidade demográfica (hab/km²) por bairros na área urbana de Santa Maria com quatro métodos de intervalo de classes: intervalo igual (A), contagem igual – Quantil (B), quebras naturais – Jenks (C) e quebras suaves (D).

No livro “How to lie with maps”, Monmonier (1991) aponta que o princípio cartográfico envolve mentiras, visto que é uma representação em escala de redução, com todas as distorções e generalizações causadas, além do que a projeção e a simbologia aplicada colaboram para que haja um “mascaramento” dos elementos representados.

Sobre a questão envolvendo o intervalo de classes de mapas coropléticos, Monmonier (1991) ressalta que os softwares de mapeamento podem:

[...] involuntariamente incentivar a preguiça, apresentando um mapa baseado em um esquema de classificação “padrão” que pode, por um instante, dividir o intervalo de valores dos dados em cinco intervalos iguais. Como estratégia de marketing, o desenvolvedor do software usa esse padrão especificações para tornar o produto mais atraente ou pelo sucesso da experiência do usuário. Com muita frequência, porém, o usuário ingênuo ou não crítico aceita essa exibição arbitrária como a solução padrão, não apenas como ponto de partida, e ignora o convite dos menus suspensos do programa para explorar outras abordagens à classificação de classes de dados

(Monmonier, 1991, p. 40, tradução nossa).

A partir do exposto, percebe-se a importância do usuário (mapeador) no comando do SIG, pois é ele quem deve definir o número de classes de acordo com o fenômeno de interesse e o método mais adequado para representar seu intervalo de classes. A tomada de decisões do usuário frente ao SIG coloca-o como um dos componentes básicos para o funcionamento do sistema. Nesse sentido, Matsumoto, Catão e Guimarães (2017, p. 214) falam que: “Não manter rigor das técnicas cartográficas quando se sabe, é ser vítima do acaso ou assumir a malícia em seu uso errôneo” e que “A escolha inadequada pode produzir mapas ineficazes ou apresentar uma falsa ideia de distribuição dos dados no espaço geográfico considerado” (Nogueira, 2009, p. 233). Por isso é fundamental o conhecimento das técnicas e da área de estudo, pois a elaboração do mapa requer critérios, rigor e consciência (Matsumoto; Catão & Guimarães, 2017).

Os mapas coropléticos são, sem dúvida, um dos mapas mais utilizados nas aulas de Geografia, como o já comentado mapa de densidade demográfica, além de distribuição por faixas etárias, cor ou raça, mortalidade infantil, alfabetização, abandono escolar, distorção idade/série, entre outros. A população relativa foi utilizada para exemplificar a escolha do número de classe e seus intervalos. O Quadro 7 explica as manifestações de diferentes elementos e suas transcrições gráficas.

Martinelli (2014a) aborda que, para fenômenos que ocorrem em continuidade espacial, como pluviosidade, temperatura e pressão atmosférica, indica-se o método isaritmico. Segundo Fernandes (2013), um mapa isaritmico:








[...] é a representação plana através de isolinhas de uma superfície tridimensional, que pode ser uma superfície real, como o relevo, ou uma superfície abstrata ou conceitual. Uma superfície conceitual é uma distribuição geográfica de valores de dados, ou seja, dados numéricos como temperatura ou densidade demográfica, coletados para localizações geográficas específicas.

(Fernandes, 2013, p. 83)

Isso posto, percebe-se que tem como princípio a ilustração de aspectos contínuos do espaço geográfico. Por exemplo, para gerar mapas de pluviosidade ou temperatura com dados pontuais de

diversas estações meteorológicas, faz-se necessário adquirir a continuidade deles nos locais que não haja dados (entre cada par de pontos). Assim, deve-se utilizar algoritmos de interpolação dos dados, tornando a distribuição da variável contínua. Um modelo digital de elevação, resultado da interpolação de pontos cotados e curvas de nível ou gerados por Radar, também constituem um exemplo do método isaritmico.

Quadro 7

MÉTODO DE REPRESENTAÇÃO QUANTITATIVO							
Manifestação ou Implantação	Elemento			Variável Visual	Transcrição Gráfica		
Ponto	População (Habitantes)			Tamanho	100	400	1600
	100	400	1600				
Linha	Passageiros Transportados			Tamanho	1000	2000	3000
	1000	2000	3000				
Polígono	Densidade Demográfica (hab/km ²)			Cor	100-200	200-300	300-400
	100-200	200-300	300-400				

Neste contexto, Robinson et al. (1995, p. 505, tradução nossa) abordam que a utilização disso “[...] quando nosso foco está nos valores de atributo em pontos de distribuição contínua, como elevação da terra” e que a superfície da Terra for mapeada “[...] termos de planimetria, haverá uma infinidade de pontos, cada um dos quais tem uma localização x e y”, podendo ter um atributo adicional, como a elevação relativa “z”.

Os mapas que buscam representar diferenças nas altitudes terrestres, são conhecidos como hipsométricos. Esses mapas apresentam colorações em verde, em áreas de menores altitudes, passando para o amarelo e vermelho; e o marrom em áreas mais elevadas (Nogueira 2009). A Figura 5 ilustra um mapa com o método isaritmico para representar a hipsometria da área urbana de Santa Maria.

Método de representação Dinâmica

Os fenômenos podem ser apreciados no tempo e no espaço. No tempo é resultado de transformações qualitativas de estados que se sucedem no tempo ou por variações quantitativas, absolutas ou relativas – acréscimos ou decréscimos – dos fenômenos para determinado local ou área, em certo período. No espaço, o dinamismo se manifesta pelos movimentos de deslocamento, normalmente atrelado ao fluxo de pessoas em viagens ou migrações (Martinelli, 2014a).

Para mapas que demonstram variações no tempo, Martinelli (2014a, 2014b) coloca que podem ser utilizados tanto dados qualitativos como quantitativos para cumprir tal objetivo. Podem ser mapas de variações qualitativas no tempo, como na supressão da vegetação por décadas, por intervalo de classes (coropléticos), demonstrando a variação relativa da variável (positiva e negativa), como, também, para representações quantitativas de tempo com figuras proporcionais.

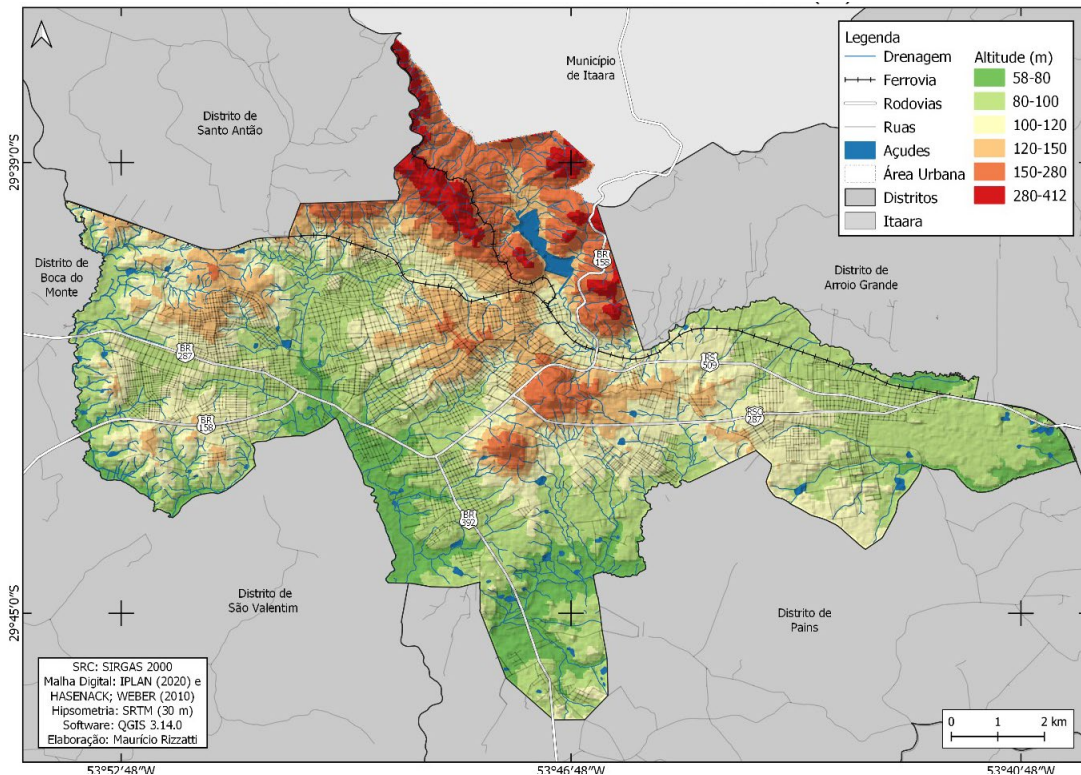


Figure 5. Mapa hipsométrico da área urbana de Santa Maria (RS)

Para demonstrar movimentação no espaço, utiliza-se o modo de implantação linear atrelado à variável visual tamanho. Normalmente, são usadas setas para indicar o sentido da direção e a espessura aumenta de acordo com a elevação da variável de interesse. Sobre isso Fitz (2008) diz que se trata de mapas de fluxo cujo

[...] objetivo principal é a identificação de movimentos em uma região. Assim, deslocamentos de população, fluxos de turismo, rotas de modais de transporte, migração de animais e tantas outras movimentações que podem bem ser representadas nessa modalidade de mapas.

(Fitz, 2008, p. 63)

A Figura 6 representa o número de linhas de ônibus que partem de Santa Maria para os municípios da região de influência de Santa Maria (IBGE, 2008), no dia 27 de julho de 2020. Percebe-se que os municípios com o maior número de linhas diárias estão muito próximos a Santa Maria e por esse motivo apresentam uma maior espessura da seta. Os municípios que tiveram sete ou mais horários de linhas disponíveis são Júlio de Castilhos, Restinga Sêca, São Pedro do Sul, São Sepé e São Vicente do Sul. Assim, mapas de fluxo são fundamentais para representar o deslocamento no espaço.

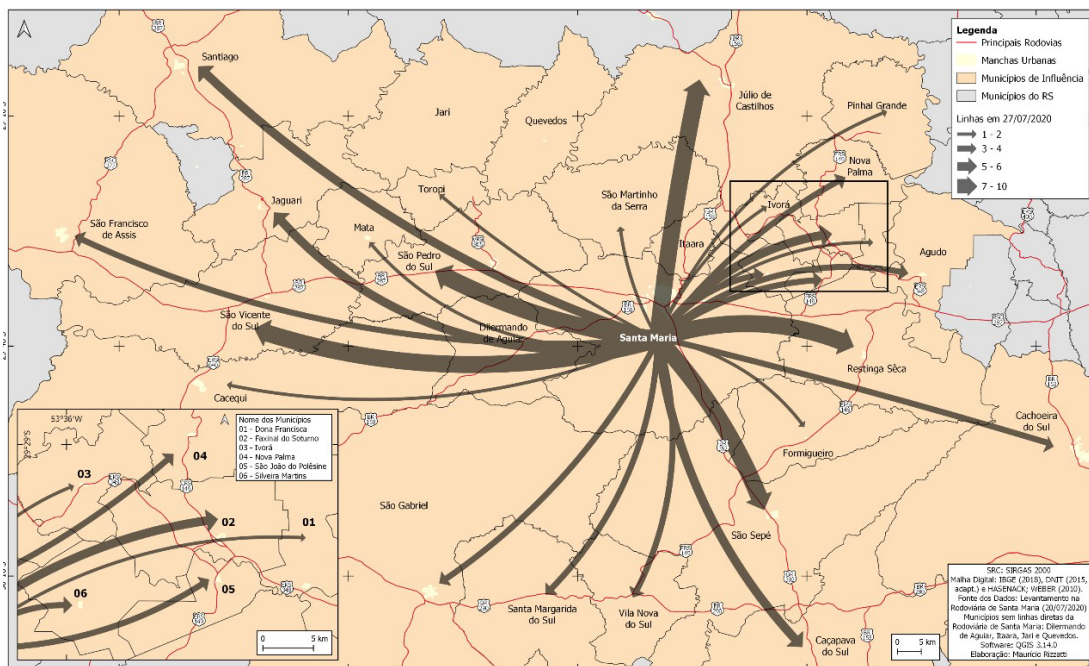


Figura 6. Mapa das linhas intermunicipais rodoviárias em 27/07/2020, partindo de Santa Maria (RS) com destino aos municípios da região de influência de Santa Maria

Os mapas aqui apresentados serviram para ilustrar os diferentes métodos de representações qualitativas, ordenadas, quantitativas e dinâmicas. Todavia, o conceito chave da utilização de mapas na Geografia se dá por meio de comparações entre os distintos produtos cartográficos gerados, a fim de traçar ou buscar diferentes padrões espaciais. Desta maneira, torna-se viável o cruzamento de uma série de temáticas distintas para encontrar distribuições espaciais que se relacionam, se completam ou se comportam de maneira inversa, auxiliando na compreensão do espaço geográfico.

Conclusão

Compreender os fundamentos da Cartografia e Cartografia Temática são essenciais para que o mapa cumpra sua função de ser um meio de comunicação. Logo, os conhecimentos acerca de variáveis visuais e métodos de representações, além de suas características, são fundamentais para a elaboração de um produto cartográfico de qualidade e que cumpram o princípio da monossímia.

De um modo geral, o conhecimento de SIG, banco de dados e Cartografia Temática permitem representar uma série de informações. Contudo, como discutido no decorrer desse trabalho, é algo que

demanda um elevado rigor técnico e científico, visto que o usuário que manuseia o software deverá possuir uma série de conceitos assimilados, para que exista autonomia na tomada de decisões e não ser um mero reprodutor de “cliques”. Além disso, com a Cartografia Digital, tem-se mapas cada vez mais interativos e dinâmicos, demonstrando a ubiquidade do mundo contemporâneo. Todavia, as variáveis visuais e os métodos aqui apresentados também são aplicados nestas representações.

Assim, esse trabalho buscou demonstrar os métodos de representação e suas principais variáveis visuais para a espacialização dos mais diversos elementos. Espera-se que auxilie estudantes, pesquisadores, professores ou a quem se interessar, permitindo a compreensão da Cartografia Temática como um meio de comunicação por representações gráficas. Estudos aprofundados a cerca dos métodos de representação e das variáveis visuais são muito relevantes em razão da difusão da informação cartográfica como meio de comunicação e de viralização de conteúdos. Saber quais elementos transmitirão a mensagem condizente com a intenção do autor é preponderante para evitar a desinformação, a interpretação equivocada dos dados e colabora com a eliminação de ruídos entre a mensagem emitida e a decodificada pelo leitor.

Créditos

Mauricio Rizzatti: Redação – rascunho original e final, Investigação; **Elsbeth Spode Becker:** Supervisão e revisão crítica; **Roberto Cassol:** supervisão e revisão crítica, **Natália Lampert Batista:** revisão crítica e versão final.

Referências

- Bertin, J. (1973). *Semiologie graphique: les diagrammes, les tréseaux, les cartes.* – Paris, Gauthier-Villars.
- Bertin, J. (1978). Theory of communication and theory of the graphic. *International Yearbook of Cartography*, v. 18, p. 118-126.
- Carvalho, E. A. & Araújo, P. C. (2008). *A Cartografia: bases conceituais.* Natal: EDUFRN.
- Duarte, P. A. (1991) Conceituação de cartografia temática. *Geosul*, 6 (11), p. 133-138.
- Duarte, P. A. (2002). *Fundamentos de Cartografia.* 2. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC.
- Fernandes, V. O. (2013). Cartografia destinada à representação de dados gravimétricos. *Geografia Ensino & Pesquisa*, 17 (1), p. 81-92.
- Fitz, P. R. (2008). *Cartografia Básica.* São Paulo: Oficina de Textos.
- Joly, F. (2013). *A cartografia.* 15. ed. Campinas, SP: Papirus.
- Longley; P. A.; Goodchild, M. F.; Maguire, D. J. & Rhind, D. W. (2013). *Sistemas e Ciência da Informação Geográfica.* 3. ed. Porto Alegre: Bookman.
- Martinelli, M. (2014a) *Mapas, gráficos e redes: elabore você mesmo.* São Paulo: Oficina de Textos.
- Martinelli, M. (2014b). *Mapas da geografia e cartografia temática.* 6. ed. 2. Reimp. São Paulo: Contexto.

- Martinelli, M. (2016). *Cartografia Temática: caderno de mapas*. 2 ed. ver. e atual. São Paulo: EDUSP.
- Menezes, P. M. L. & Fernandes, M. do C. (2013). *Roteiro de cartografia*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Matsumoto, S. S.; Catão, P. C. & Guimarães, R B. (2017). Mentiras com mapas na Geografia da Saúde: métodos de classificação e o caso da base de dados de LVA do SINAN e do CVE. *Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, 13 (26), p. 211 – 225.
- Monmonier, M. (1991). *How to lie with maps*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Nogueira, R. E. (2009). *Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais*. 3. ed. Ver. e amp. Florianópolis: Ed. da UFSC.
- Queiroz, D. R. E. (2000). A semiologia e a Cartografia Temática. *Boletim de Geografia*, 18, p. 121 – 127.
- Ramos, C. S. (2005). *Visualização cartográfica e cartografia multimídia: conceitos e tecnologias*. – São Paulo: Editora UNESP.
- Rizzatti, M. (2022). *Cartografia Escolar, Inteligências Múltiplas e Neurociências no Ensino Fundamental: a Mediação (Geo)tecnológica e Multimodal no Ensino de Geografia*. Santa Maria: Programa de Pós-Graduação em Geografia.
- Robinson, A. H.; Morrison, J. L.; Muehrcke, P. C.; Kimerling, A. J. & Cuptill, S. C. (1995). *Elements of Cartography*. 6. ed. John Wiley & Sons Inc.
- Sampaio, T. (2019). *Cartografia Temática*. Curitiba: Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFPR.
- Santa Maria (Município). (2015). *Lei Complementar N° 102, de 09 de novembro de 2015*.