

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - UFPR

CARTOGRAFIA

TEMÁTICA

Tony Sampaio



PPGGEO
UFPR

TONY VINICIUS MOREIRA SAMPAIO

CARTOGRAFIA TEMÁTICA

Primeira Edição

Curitiba, PR

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - UFPR

2019

Diagramação: Tony Vinicius Moreira Sampaio

Capa: Huriel Ruan Reichel

Conselho de Revisores: Prof. Dr. Edenilson Roberto do Nascimento – UFPR

Prof. Dr. Carlos Henrique Sopchaki - UFC

Prof. Dr. Marcos Aurélio Pelegrina – UNICENTRO – PR

Revisão ortográfica: Profa. Margarida Sampaio Moreira – UFES - ES

Ficha catalográfica

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR

Biblioteca de Ciência e Tecnologia

S192c Sampaio, Tony Vinicius Moreira
Cartografia temática [Recurso eletrônico] / Tony Vinicius
Moreira Sampaio – Curitiba: Programa de Pós-Graduação em
Geografia - UFPR, 2018.
248p.

ISBN 978-65-80324-00-2

1. Cartografia temática. 2. Sistemas de Informação
Geográfica. 3. Dados geoespaciais. 4. Semiologia gráfica. 5.
Gráficos. 6. Tratamento de dados. I. Título.

Bibliotecária: Roseny Rivelini Morciani CRB-9/1585

Contato:

LAPE-CT – Laboratório de Análise de Padrões Espaciais e Cartografia Temática
(UFPR)

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – O Livro é gratuito e pode ser impresso e
distribuído gratuitamente, desde que citadas as fontes. A violação dos direitos
autorais (Lei 9610/98) é crime (art. 184 do Código Penal). Depósito legal na Biblioteca
Nacional, conforme Decreto 1825 de 20/12/1907. © 2018 by Tony Vinicius Moreira
Sampaio

Sobre o autor

Bacharel em Geografia e especialista em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal do Espírito Santo (1993, 1996), Mestre em Geografia na área de Organização Humana do Espaço e, Doutor na área de Análise Ambiental, ambos pelo Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais (2001, 2008).

Professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR), ministra as disciplinas de Cartografia Temática e Cartografia Digital na Graduação, de Qualidade da Informação em dados geoespaciais, Geoestatística e VANT no Mestrado e Doutorado (desde 2008).

Apoia projetos nas áreas de Mapeamento Temático, elaboração de estudos para implantação e recuperação da malha viária (ferrovias, rodovias e hidrovias). Tem experiência na área de Educação, com ênfase em elaboração de currículo para cursos de Geografia e análise de livros didáticos. Desenvolve pesquisas nas áreas de mapeamento temático, VANT (drone), qualidade da informação em dados geoespaciais, mapeamento da rede de drenagem, geoestatística e estatística espacial e, análise de impacto ambiental.

Estrutura do Livro

Este livro é resultado de pesquisas e práticas nos campos da Cartografia Temática, produção de gráficos e tratamento de dados. Suas bases teóricas encontram-se fundamentadas na Semiologia Gráfica e em teorias correlatas. Os exemplos, ilustrações e práticas apresentados empregam softwares de SIG (Sistemas de Informação Geográfica) e planilhas eletrônicas.

O livro está dividido em quatro partes. A primeira, curta e introdutória, aborda o processo de comunicação visual e as etapas de produção do material gráfico em geral. A segunda é a mais extensa e trata especificamente da produção de mapas. Apresenta ênfase na Semiologia Gráfica e aborda as etapas de produção do material cartográfico, a forma como a informação pode ser decomposta objetivando a produção de material gráficos, a linguagem gráfica ou semiológica, as variáveis visuais e os principais tipos de mapas. Por fim, aborda a o layout utilizando como base a Geovisualização e a Gestalt.

A terceira parte descreve a produção de gráficos e suas relações com a semiologia gráfica e com o processo de percepção. A quarta e última parte se refere ao tratamento de dados para produção de materiais gráficos e apresenta a cartografia de síntese.

O livro foi pensado para ser lido, também, a partir de dispositivos móveis (**celulares** e **tablets**), por este motivo apresenta múltiplos **links** para facilitar a navegação, utiliza margens menores que a recomendável para impressão e, fontes maiores do

que as geralmente empregadas em livros impressos. Para que os links possam funcionar é necessário ter um **leitor de PDF** instalado, **não** sendo suficiente o **visualizador** de PDF. As ilustrações, sempre que possível, apresentam exemplos feitos utilizando os softwares ArcGIS® e QGIS®.

Produtos citados: ArcGIS® ArcInfo® www.esri.com, QGIS® OSGeo www.qgis.org, Microsoft Excel® Microsoft® www.microsoft.com. Nota: Todas as marcas e imagens de hardware, software e outros, utilizados e/ou mencionados nesta obra, são propriedades de seus respectivos fabricantes e/ou criadores. O autor se responsabiliza totalmente pelo conteúdo descrito no livro.

Dedicatória

A minha família

Aos meus pais

Aos meus filhos

“Só enquanto eu respirar, vou me lembrar de você(s)”
Teatro Mágico

Sumário

Prefácio	11
Introdução	13
1 Material gráfico e a comunicação visual	14
1.1 Etapas de construção do material gráfico	17
Produção de mapas temáticos	20
2 Material cartográfico	21
2.1 Cartografia Temática e Semiologia Gráfica	21
2.1 Etapas de construção do material cartográfico	25
3 Informação e seus componentes	27
3.1 Conceito de informação	27
3.2 Componentes da informação	28
3.2.1 Comprimento	28
3.2.2 Forma Espacial	32
3.2.3 Continuidade Temporal	49
3.2.4 Nível de Organização, de Medida ou Significado cognitivo da informação	49
3.3 Propriedades do plano e características da visão	62
4 Linguagem gráfica	64
4.1 Variáveis Visuais	67
4.1.1 Tamanho (<i>Size</i>).	67
4.1.2 Cor	75
4.1.3 Cor: matiz (<i>Hue</i>)	76
4.1.4 Cor: valor (ou <i>lightness</i> , ou brilho)	82
4.1.5 Cor: saturação (<i>Saturation</i> ou Saturação)	86
4.1.6 Cor: variações	88
4.1.7 Granulação (<i>Granulation</i>)	93
4.1.8 Espaçamento (<i>spacing</i>)	95
4.1.9 Orientação (<i>Orientation</i>)	96

4.1.10	Arranjo (<i>Arrangement</i>)	97
4.1.11	Forma (<i>Shape</i>)	98
4.1.12	Altura perspectiva (<i>Perspective Height</i>)	102
4.1.13	Considerações quanto as variáveis visuais	103
4.2	Procedimentos para escolha da variável visual	107
5	Principais tipos de mapas temáticos, abordagens e nomenclatura	113
5.1	Principais tipos de mapas temáticos e suas relações com as variáveis visuais e com a forma de implantação.	113
5.2	Considerações gerais sobre a produção de mapas temáticos: abordagem da visualização cartográfica e da Gestalt.	125
5.2.1	Visualização Cartográfica (Geovisualização)	125
5.2.2	Gestalt	130
6	Layout e elementos gráficos	139
	Produção de Gráficos	164
7	Produção de gráficos	165
7.1	Gráficos ou diagramas	166
7.1.1	Continuidade temporal	168
7.1.2	Comprimento da informação	170
7.1.3	Significado cognitivo (Nível de organização ou de Medida)	170
7.2	Organização dos dados em quadros e tabelas	171
7.2.1	Tabela e quadro	171
7.2.2	Partes da tabela	172
7.2.3	Disposição dos dados na tabela	174
8	Formas de análise e representação dos dados	178
8.1.1	Análise e representação por linha	178
8.1.2	Análise por colunas	179
8.1.3	Análise conjunta	180
9	Principais tipos de gráficos e variações.	182
9.1	Gráficos descritivos	183
9.1.1	Gráfico de barras ou colunas	183

9.1.2	Gráfico de linhas	188
9.1.3	Gráfico setorial	190
9.2	Gráficos estatísticos	191
9.2.1	Histograma	191
9.2.2	Boxplot	193
9.2.3	<i>Scatterplot</i> ou dispersão XY	194
9.3	Layout de gráficos	197
9.4	Considerações gerais sobre os gráficos	201
Tratamento de dados		204
10 Tratamento de dados		205
10.1	Normalização de dados	206
10.2	Padronização	212
10.2.1	Padronização simples	215
10.2.2	Padronização direta	217
10.2.3	Padronização por reclassificação ou ponderação por reclassificação	218
10.3	Ponderação	220
10.4	Discretização de dados	220
10.4.1	Número de classes	221
10.4.2	Intervalo de classes (Ic).	225
11 Síntese		230
11.1	Síntese Qualitativa	231
11.1.1	Síntese Qualitativa Simples - SQS	231
11.1.2	Síntese Qualitativa Ponderada - SQP	233
11.2	Síntese Quantitativa	234
12 Referências bibliográficas		236
13 Índice e link de figuras		241

Vade mecum

Apesar de estar na ponta das técnicas modernas de Sistemas de Informação Geográfica, este livro pode ser qualificado por uma palavra latina, enraizada numa longa e gloriosa tradição, ele é um legítimo *vade-mecum* (literalmente, “vem comigo”), um guia, um manual que o leitor deve guardar consigo para consultá-lo com frequência. De fato, é um livro que deve ser guardado sempre ao alcance da mão por quem quer produzir mapas temáticos, por ser extremamente claro, preciso e didático.

Tony Sampaio lembra que “um mapa temático é uma forma de comunicação que emprega elementos gráficos para transmitir a mensagem, por isso deve respeitar o sistema de comunicação visual para atingir seus objetivos”. Como todas as formas de comunicação, ele tem forças, que podem ser usadas para obter o maior impacto possível e apresenta limitações, que devem ser contornadas, portanto, ele aborda primeiro o processo de comunicação visual e as etapas de produção do material gráfico em geral, que detalha passo a passo: conhecer o perfil do leitor/usuário final, definir do objetivo do material gráfico, analisar a informação a ser transmitida, definir o veículo de comunicação.

A segunda parte, trata da produção de mapas dos mais variados tipos (coropléticos, dasimétrico, isarítmicos, de calor, isopléticos, de símbolos proporcionais, de anamorfose, de fluxo, de densidade de pontos, corocromáticos), usando todos os recursos das

variáveis visuais (tamanho, valor, saturação, variações, granulação, espaçamento, orientação, arranjo, forma).

Oferece conselhos precisos sobre os elementos que o mapa deve ter em sua diagramação final e dá a mesma atenção à produção de gráficos, encerrando com uma parte mais técnica sobre o tratamento de dados (normalização, padronização, ponderação, discretização) e a síntese.

O livro é bem apoiado por ilustrações convincentes, geralmente produzidas nos softwares ArcGIS® e QGIS®. Firmemente inscrito na linha de pensamento da semiologia gráfica ele utiliza e cita uma série de autores clássicos e atuais, desde Bertin (1967), Le Sann (1983), Martinelli (1991), Slocum (1999) até Sluter (2008), aos quais me permito acrescentar uma referência, Roger Brunet, *La carte, mode d'emploi* (Fayard, Paris, 1987).

Finalmente gostaria de mencionar um artigo da revista *Confins* citado por Tony Sampaio (Archela, R. S. e Théry, H., 2008), não pelo prazer de me citar (Rosely Archela fez o grosso do trabalho, eu forneci mapas) mas porque ele foi concebido no mesmo espírito que o livro de Tony Sampaio, ser útil a quem quer realizar bons mapas: como este artigo já teve 360890 visitas desde a sua publicação até março de 2019, podemos antecipar um grande sucesso para o livro de Tony Sampaio.

Hervé Théry

*Directeur de recherche émérite au CNRS-Creda
Professor na Universidade de São Paulo (USP-PPGH)*

*Co-diretor da revista franco-brasileira
Confins (<http://journals.openedition.org/confins/>)*

Primeira parte

Introdução

1 Material gráfico e a comunicação visual

O processo de comunicar é sempre complexo e demanda o conhecimento prévio, pelo emissor e pelo receptor da mensagem, sobre o tema e a linguagem a ser empregada. Neste processo, encontram-se presentes o emissor, o receptor, a mensagem e o ruído, o qual, em maior ou menor grau gera perda de qualidade na comunicação, reduzindo a capacidade de compreensão.

A comunicação demanda que o emissor e o receptor possuam nível de conhecimento mínimo quanto ao sistema de códigos empregado na comunicação, o que otimiza a compreensão, a difusão e a produção de conhecimento.



figura 1 Processo de comunicação (simplificado).

Conforme se observa na figura 1, em função dos diferentes tipos de ruídos que podem existir no processo de comunicação, a mensagem enviada será diferente daquela recebida.

A comunicação via linguagem oral, escrita e gráfica é pautada por sistemas semânticos e gramaticais, sendo que, especificamente a comunicação através da linguagem gráfica requer conhecimentos advindos da semiótica.

A comunicação visual (gráfica) possui objetivos complementares ao processo de comunicação oral e escrito.

Enquanto um texto pode detalhar e pormenorizar tema(s)/assunto(s), a comunicação gráfica busca transmitir de forma sucinta uma mensagem através de uma imagem.

Esta forma de comunicação apresenta limitações impostas por diferentes elementos como por exemplo a bi dimensionalidade do plano (papel, tela do computador, outdoor, etc) e, a ausência do emissor da mensagem durante a leitura do documento gráfico.

Entende-se por material gráfico toda forma de comunicação destinada à vista, ou seja, todo conjunto de representações que objetivam informar sobre um dado fenômeno a partir de imagens, como por exemplo: gráficos e mapas.

O material cartográfico é um dos tipos possíveis de representações gráficas que se apresenta, ora regido por normas pré-definidas e, ora por diretrizes cuja referência teórica é a que rege a comunicação visual no sentido mais amplo (regras semiológicas).

Em especial, no que se refere ao material cartográfico, o mesmo pode ser dividido entre produtos sujeitos a normas e produtos sem normativa preestabelecida. No campo dos produtos sujeitos a normas enquadram-se, por exemplo, as cartas topográficas destinadas a homologação por órgãos oficiais como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG) e os mapas pedológicos, para os quais existem normas que definem a cor, o formato e a espessura dos elementos a serem representados.

**Tabela - Convenção de cores para mapas/cartas de solos
(Sistemas PANTONE, CMYK e RGB)**

Argissolos	Latossolos	Organossolos
 Argissolos Bruno-Acinzentados E 141-9 CVC C=0 M=15 Y=3 K=0 R=250 G=210 B= 221	 Latossolos Brunos E 6-5 CVC C=0 M=10 Y=50 K=5 R=236 G=213 B=131	 Organossolos Tomórficos E 224-6 CVC C=50 M=15 Y=0 K=25 R=94 G=129 B=161
 Argissolos Acinzentados E 108-9 CVC C=0 M=15 Y=10 K=3 R=241 G=204 B=200	 Latossolos Amarelos E 5-8 CVC C=0 M=3 Y=30 K=0 R=254 G=243 B=175	 Organossolos Fólicos E 204-6 CVC C=40 M=25 Y=0 K=5 R=133 G=150 B=193
 Argissolos Amarelos E 124-9 CVC C=0 M=5 Y=3 K=0 R=253 G=241 B=240	 Latossolos Vermelhos E 32-5 CVC C=0 M=25 Y=50 K=0 R=244 G=185 B=128	 Organossolos Háplicos E 204-8 CVC C=25 M=15 Y=0 K=3 R=167 G=179 B=213

figura 2 Exemplo de tradução gráfica regida por normas específicas: uso de cores

A figura 2 apresenta um recorte do Manual de Pedologia do IBGE, com a indicação das cores a serem utilizadas na produção dos mapas de solos. Fonte: IBGE (2007)










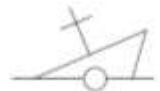

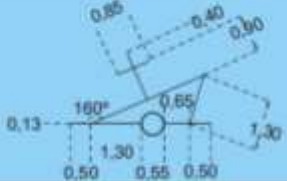
AQUISIÇÃO DE DADOS		REPRESENTAÇÃO GEOMÉTRICA	REPRESENTAÇÃO FINAL	
Símbolo	Especificações		Símbolo	Especificações
 Rochas Submersas	SSNR - 1,50 mm  TRAÇAR NA ESCALA	Limite de área	 Rochas Submersas	SSNR - 1,50 mm  TRAÇAR NA ESCALA
	 TRAÇAR NA ESCALA			 TRAÇAR NA ESCALA
	 Ponto			

figura 3 Exemplo de tradução gráfica regida por normas específicas: uso de forma

A figura 3 apresenta um recorte do Manual Técnico de Convenções Cartográficas, com a indicação das formas a serem utilizadas na produção dos mapas de navegação. Fonte: Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (2000).

No campo das representações não normatizadas as formas, as cores e os demais itens que irão compor o material gráfico, resultam das escolhas do elaborador.

1.1 Etapas de construção do material gráfico

O **primeiro e mais importante passo** para construção de qualquer material gráfico é conhecer o **perfil do leitor**/usuário final, em especial sua capacidade de leitura de materiais gráficos com diferentes graus de complexidade. Somente após conhecer o perfil do usuário é que o material gráfico deve ser elaborado e pode ser avaliado quanto a sua eficácia e adequação. Nesta etapa, é pertinente responder a questões como: qual o conhecimento prévio que o usuário possui sobre o tema e, sobre a linguagem gráfica que será utilizada?

A segunda etapa consiste na definição do **objetivo** do material gráfico. Mapas e gráficos podem ser utilizados para comunicar padrões gerais ou detalhes presentes nos dados. Também é importante avaliar como o material será utilizado, uma vez que estes materiais podem servir para comunicar de forma rápida ou servir de base para investigação de padrões espaciais e pesquisas científicas.

A terceira etapa consiste em **analisar a informação** a ser transmitida. Cada tipo de **informação** apresenta um **nível de complexidade** visual diferente, podendo a mesma ser simples, por exemplo, e demandar uma única geometria (ponto, linha ou polígono) e duas cores. Ainda, a tradução da informação para forma

gráfica pode demandar diferentes intervalos de tempo de observação por parte do usuário.

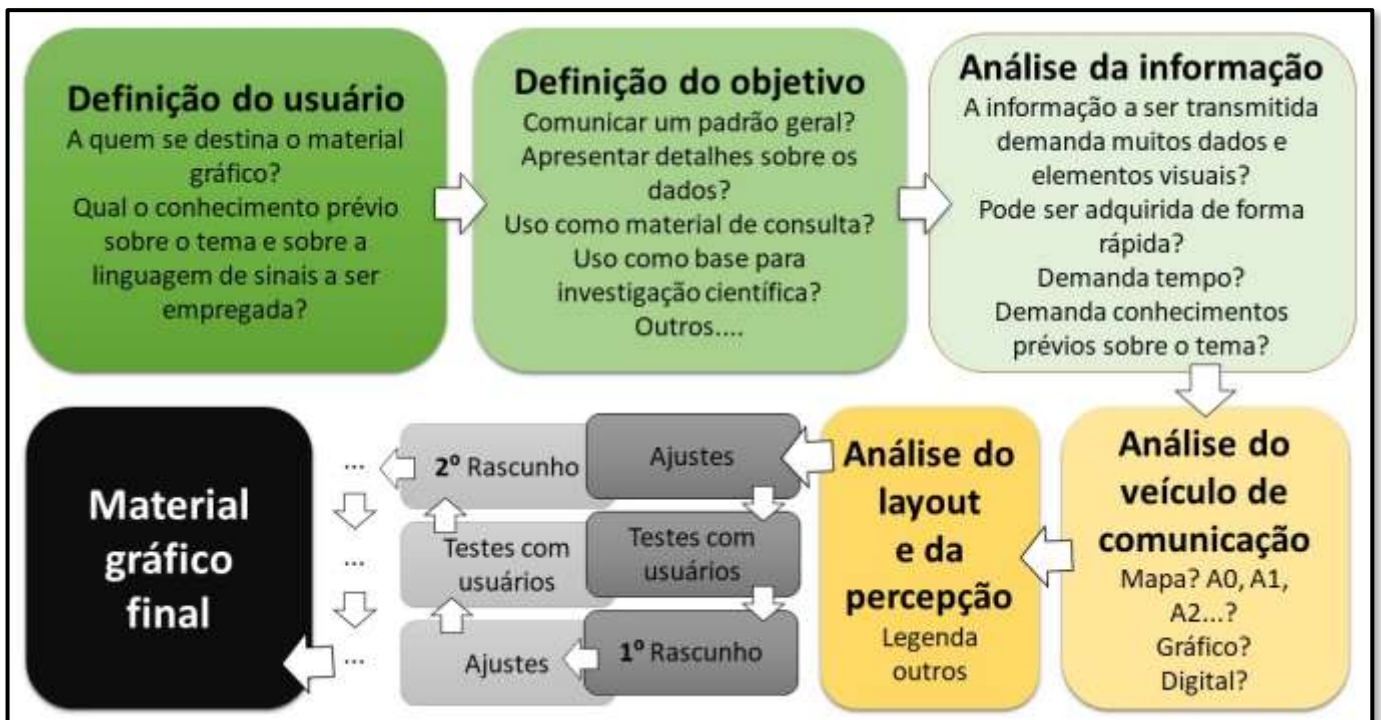


figura 4 Etapas do processo de produção do material gráfico.

A figura 4 ilustra as etapas do processo de produção do material gráfico. A etapa de ajustes, testes com usuários e produção do rascunho, em geral, é repetida várias vezes até que o elaborador do material gráfico constate sua adequação ao usuário.

O elaborador do material gráfico deve avaliar, também, o **veículo de comunicação** (quarta etapa) que será utilizado para transmitir a informação. A comunicação via meio digital é certamente a mais usual na atualidade (celulares, televisores, tabletes e computadores).

Por fim, quinta etapa, os materiais gráficos deverão ser analisados quanto ao **layout** e a **legenda**. Na etapa final, é imprescindível testar a eficácia do material gráfico com uma amostra

dos usuários. Nesta, o material gráfico deve ser apresentado sem que haja uma preparação prévia do leitor sobre o tema, pois está é a condição na qual o material será utilizado. A observação pelo elaborador do material gráfico do grau de interação e percepção do usuário, permitirão ao mesmo, promover os ajustes necessários à sua adequação.

Segunda parte:

Produção de mapas temáticos

2 Material cartográfico

2.1 Cartografia Temática e Semiologia Gráfica

A **Cartografia Temática**, além de uma divisão oficial da Cartografia Brasileira, é o campo da cartografia que aborda todas as etapas de produção do mapa, objetivando adequar o nível de complexidade ao usuário. É, ainda, uma disciplina acadêmica e tema de estudos científicos.

Apresenta ênfase no processo de comunicação, diferindo das outras áreas da cartografia que possuem foco na qualidade geométrica e/ou posicional dos dados geoespaciais.

Demanda o estudo dos procedimentos e normas necessárias à representação na forma gráfica de uma ou mais informações. Busca estabelecer regras adequadas para comunicar algo a alguém, utilizando um sistema de sinais. Requer o conhecimento da informação e de suas características e, do perfil do usuário, de sua habilidade técnica para leitura do material e, de seu contexto social e histórico. É, portanto, o **usuário final** que por suas características define o tipo de material gráfico a ser produzido.

Este livro apresenta ênfase na **Semiologia Gráfica**, a qual integra o campo científico que trata das representações gráficas em geral, denominado de Semiótica. A **Visualização Cartográfica** e a base teórica da **Gestalt** também são abordadas e, complementam o embasamento teórico.

A Semiologia Gráfica é a ciência que estuda os sinais (signo e significado) que o homem utiliza para se comunicar. A linguagem

gráfica, transmitida através de sinais, é uma linguagem preferencialmente bidimensional, pois em geral se projeta sobre um plano e, busca ser atemporal, devendo seu valor permanecer invariável ao longo do tempo.

A linguagem semiológica difere-se de uma imagem qualquer (foto, desenho, gravura) por buscar apresentar um significado monossêmico (único), eliminando ou reduzindo ao máximo às dúvidas quanto ao verdadeiro significado da informação.

Enquanto uma gravura e um texto podem apresentar polissemia, possuindo vários significados a depender do leitor/observador, a linguagem gráfica monossêmica deverá apresentar (pelo menos em tese) traduções de informações para a forma gráfica de modo a transmitir significado único ao usuário a que se destina.

Como a monosssemia é uma meta difícil, senão impossível de ser atingida em função de diferentes aspectos sociais, culturais e mesmo fisiológicos, a linguagem gráfica considerada semiologicamente correta, é aquela capaz de fornecer significado comum à uma representação gráfica para o **maior** número possível de "leitores", prioritariamente em um curto intervalo de tempo, possibilitando à compreensão do fenômeno analisado ou representado.

A placa de trânsito indicando "obrigatório virar à esquerda" é uma informação que se obtém a partir de uma imagem cujo significado é, a princípio, monossêmico.



figura 5 Exemplo de figura com significado monossêmico.

Apesar da dificuldade em se correlacionar uma figura/imagem a um significado único, a tradução gráfica deverá ser feita obedecendo princípios semiológicos para que se torne possível transformar dados em informação(ões), via emprego de formas gráficas, reduzindo-se ao máximo polissemia e o ruído.

Resumindo, pode-se dizer que a Cartografia Temática é a parte da cartografia que se dedica ao tratamento e transposição da informação para o formato gráfico. Seu foco principal é o processo de comunicação visual, compreendendo o estudo dos elementos gráficos e a percepção da informação como um todo.

Para a Cartografia Temática o mapa "geométrico" funciona como suporte para a informação e fornece um "endereço" à mesma. Neste sentido, suas características geométricas e posicionais serão objeto de estudo na medida em que afetarem o processo de comunicação, alterando ou dificultando a percepção do tema representado.

Um mapa temático é, uma forma de comunicação que emprega elementos gráficos para transmitir a mensagem, por isso deve

respeitar o sistema de comunicação visual para atingir seus objetivos.

Todo mapa apresenta pelo menos um tema (exemplo: limite espacial do município). Contudo, o mapa objeto de estudo da cartografia temática é aquele que aborda um determinado assunto e o projeta sobre a base cartográfica (fundo de mapa). Pode-se citar como exemplo um mapa contendo apenas os limites municipais, sobre o qual podem ser projetados temas como densidade demográfica, solos, vegetação, etc.

Apesar do nome Cartografia Temática remeter a ideia de cartas e mapas temáticos, nem sempre as representações tratadas pela mesma resultarão em mapas propriamente ditos. Cabe ao elaborador de um mapa temático decidir a **viabilidade de uso** do mesmo, principalmente em função do **perfil do usuário** e da **natureza e finalidade da informação**. A partir desta análise, o elaborador do material gráfico poderá decidir por produzir ou **não** um mapa ou, por apresentar os dados em [tabelas](#) e/ou em [gráficos](#).

Enquanto disciplina acadêmica, a Cartografia Temática necessita abordar todas as etapas de produção do material gráfico, desde a sistematização dos dados em mapas ou tabelas até a percepção final pelo usuário. Deve, portanto, fornecer aos elaboradores de materiais gráficos subsídios para o tratamento dos dados e para pensar as diferentes possibilidades de representação dos mesmos.

2.1 Etapas de construção do material cartográfico

Segundo (TYNER, 2017) a construção de um material cartográfico deve seguir etapas de raciocínio específicas para cada tema, podendo ser resumidas da seguinte forma:

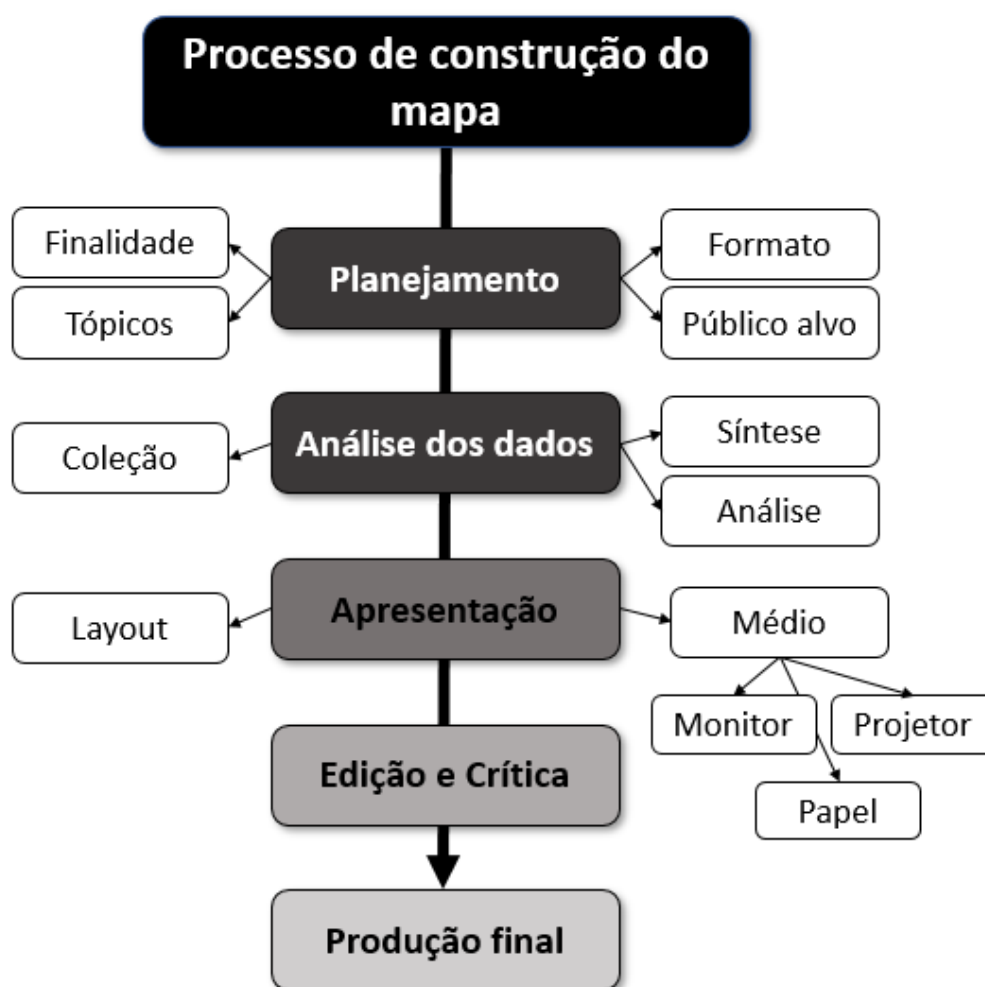


figura 6 Etapas para a construção do material cartográfico - segundo Tyner (2017) - tradução: autor

As etapas (figura 6), que se iniciam com o planejamento, escolha do tema e do formato objetivam ordenar os procedimentos necessários à construção dos mapas.

O conhecimento do assunto a ser abordado é imprescindível para correta elaboração do documento gráfico, sem o qual a etapa de análise crítica não é possível.

A etapa de escolha e análise dos dados define o tipo de material final, em função do usuário, podendo ser coleção, síntese ou análise individualizada dos mapas, conforme será explicado mais adiante neste livro.

A etapa da definição da forma de apresentação determina as demais etapas da construção gráfica, desde o tamanho e disposição dos elementos gráficos.

A análise crítica é a etapa na qual são avaliadas todas as características do gráfico/mapa, inclusive sua funcionalidade, utilidade e legibilidade, o que é feito a partir de testes com o usuário. Depois de cumpridas estas etapas elabora-se o desenho definitivo que será divulgado.

Outras propostas de etapas para construção do material cartográfico podem ser observadas em Le Sann (1983) e Sluter (2008).

3 Informação e seus componentes

Bertin (1967) afirma que toda informação a ser traduzida para a forma gráfica é composta por quatro componentes principais (comprimento, forma espacial, continuidade temporal e tipologia/significado) e que, somente pela análise detalhada destes e, pelo conhecimento das propriedades do plano é que se torna possível a tradução correta dos dados para forma gráfica, transformando-os em informação(ões).

Sem a análise detalhada dos componentes da informação e de suas características, a escolha dos elementos que serão utilizados para fazer a representação gráfica dos dados/informações poderá ser inadequada, inútil ou resultar em representações parciais ou com erros.

3.1 Conceito de informação

Compete inicialmente estabelecer a diferença entre informação e dado e, entre informação e componentes da informação (BERTIN, 1967). A informação tem o propósito de modificar o estado de incerteza e aumentar o grau de segurança nas formas de julgar e tomar decisões (LINS, 2003).

Segundo Lins (2003), a diferença entre informação e dado é que informação acrescenta algo ao conhecimento da realidade a ser analisada. Exemplificando o conceito empregado, Machado (2018) afirma que um computador processa dados ao passo que a transformação destes dados em informações depende do usuário.

Portanto, a obtenção da informação depende não somente dos dados, mas da capacidade de geração final de um significado, que pode variar de indivíduo para indivíduo. Neste sentido, a quantidade de informações extraídas a partir de uma quantidade n de dados depende do indivíduo e do processo de construção do material gráfico.

Informações e dados podem ser obtidas e transmitidas a partir de uma narração (textual ou verbal) ou a partir de uma imagem/material gráfico (visual).

Segundo Bertin (1967), os componentes da informação precisam ser entendidos e decifrados para que se torne possível à sua transposição, de forma correta, para a forma gráfica (campo central da Cartografia Temática).

3.2 Componentes da informação

3.2.1 Comprimento

Corresponde à quantidade de dados necessários para se produzir uma informação. Segundo Bonin (1983), o valor deste componente pode ser obtido pela multiplicação do número de indivíduos (linhas de uma tabela) pelo número de colunas (atributos/variáveis), deduzindo-se os campos com ausência de dados.

Cabe observar, que em uma tabela os campos de dados preenchidos com valor zero representam dados válidos, sendo diferentes, conceitualmente, de campos com ausência de dados. Em

bancos de dados, o valor zero poderá ou não indicar ausência de dados, a depender do formato de armazenagem do mesmo.

O comprimento da informação influencia na transcrição para a forma gráfica, pois informações com poucos dados demandam, em geral, materiais gráficos mais simples e, informações com muitos elementos demandam traduções complexas e/ou processos de simplificação/síntese dos componentes.

A vista da produção de mapas e gráficos com uso de softwares especializados (Sistemas de Informação Geográfica – SIG e programas para elaboração de gráficos), o comprimento da informação pode ser entendido como a quantidade de dados e elementos visuais necessários para se representar graficamente uma informação. Neste sentido, deve considerar não só a quantidade de dados e atributos (temas), mas também a quantidade de camadas de dados geoespaciais (pontos, linhas e polígonos) e estímulos visuais (cores, figuras, texturas e demais elementos visuais).

Isto porque, a produção da informação na forma gráfica pode se dar pelo uso de um único atributo (ex.: população) e geometria (ex. polígono) ou por um conjunto de atributos e geometrias (uso, malha viária, divisão administrativa, diferentes pontos, linhas e polígonos, por exemplo) os quais quando plotados simultaneamente (superpostos ou mesclados) devem produzir significado.

A análise do comprimento da informação refere-se, portanto, ao número de dados/atributos, camadas de dados e geometrias

efetivamente necessários a produção da informação no formato gráfico.

A constatação de que dois ou mais conjuntos de dados/informações apresentam mesmo comprimento não é um critério que indique que ambas deverão receber um mesmo tipo de tratamento e representação gráfica.

O acréscimo no número de temas e geometrias para a geração da informação, em função de um comprimento da informação relativamente elevado, implica, via de regra, em uma maior complexidade para tradução dos dados em informação gráfica no mapa temático e, em uma maior capacidade de leitura por parte do usuário.

A análise do **comprimento da informação** associada à análise do **perfil do usuário** deve definir o tipo de material gráfico a ser construído. Usuários considerados especialistas em um tema possuem, em tese, maior capacidade de extrair a(s) informação(ções) de representações gráficas complexas. Usuários não especialistas, necessitam de materiais gráficos menos complexos.

No processo de produção do material gráfico o elaborador pode optar, afim de facilitar o entendimento por parte do usuário, por apresentar em separado os dados necessários a geração da informação. Neste caso, fará uso de uma **coleção** (de mapas ou gráficos) (figura 7).

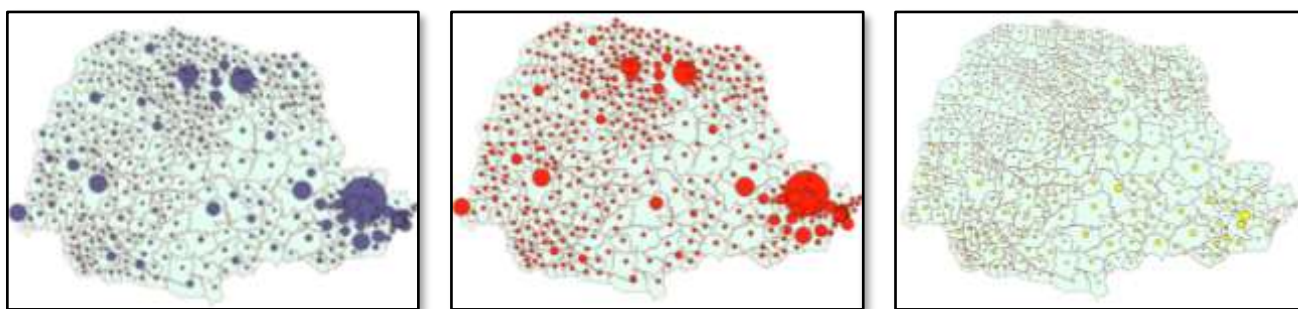


figura 7 Coleção de mapas: População total, urbana e rural no Paraná

Quando o elaborador apresenta os temas e/ou geometrias sobrepostas em um único material gráfico, faz uso da **sobreposição** (de mapas ou gráficos). A sobreposição de mapas (figura 8) e gráficos implica no aumento da complexidade do material gráfico e, portanto, deve ser avaliada quanto a real necessidade de uso conjunto dos dados para geração da informação e, quanto a sua adequação ao perfil do usuário.

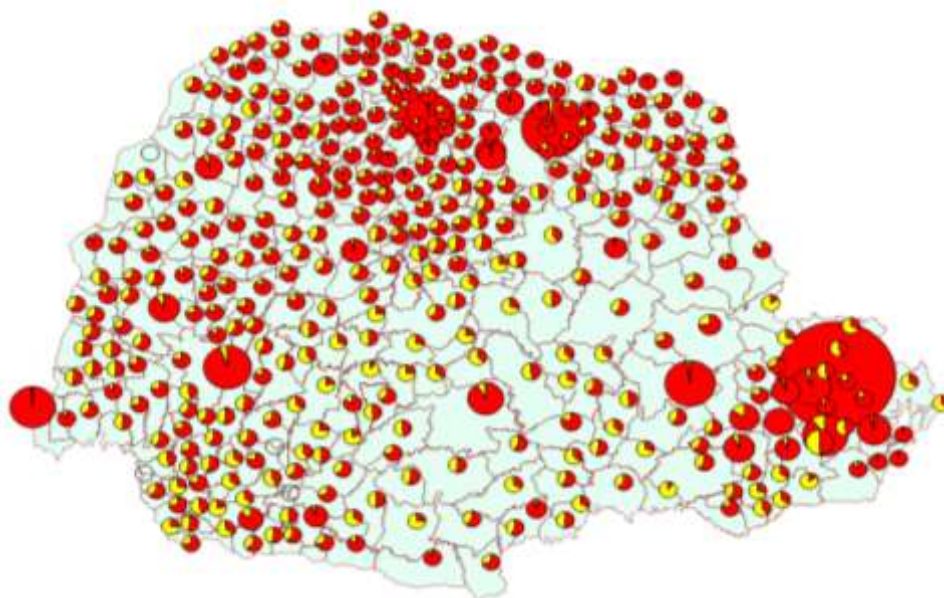


figura 8 Sobreposição de mapas: População total, urbana e rural no Paraná

Em última análise, o elaborador do material gráfico poderá optar pela representação de um conjunto de dados/temas em um único mapa (ou gráfico), o qual resume o conjunto de dados em análise. A **síntese** é, portanto, uma nova informação que resume

um conjunto de dados/temas, os quais visualizados de forma separada, podem não permitir ao usuário o entendimento da informação presente nos mesmos. Por sua complexidade, a síntese será tratada em um capítulo à parte.

3.2.2 Forma Espacial

Conforme Bertin (1967) a forma espacial se refere ao formato de **ocorrência** da informação no espaço. Este componente da informação fornece indicativos sobre qual deve ser a forma preferencial para se traduzir graficamente uma informação.

Os SIGs oferecem diferentes possibilidades para armazenar, manipular e representar dados e informações, o que demanda uma análise mais detalhada sobre este componente visto que, em muitos casos é possível optar por mais de uma forma de representação.

A análise da forma espacial deve levar em consideração, além da **forma espacial** do fenômeno, a **forma de armazenagem** dos dados em meio digital e a **forma final de representação**, ou forma de **implantação**.

Diferentes transformações entre a forma de ocorrência, armazenagem e de implementação são passíveis de serem realizadas a depender dos objetivos da representação gráfica.

A forma de espacial se refere a maneira como o elemento/fenômeno **ocorre** no espaço. Este é um dos elementos mais importantes a ser observado pois direciona a escolha do tipo de representação gráfica, tanto em mapas impressos quanto em meio digital.

A mente humana busca estabelecer ligações entre os elementos presentes no espaço e as formas gráficas observadas em um mapa. Uma rodovia e uma linha férrea, por exemplo, encontram-se associadas mentalmente, para a maioria dos usuários, a forma linear.

Bertin (1967) apresentou a forma espacial como sendo à maneira como a informação se manifesta no espaço (forma material do fenômeno), e definiu que a mesma pode ser pontual (P), linear (L) ou zonal (Z). Assim, fenômenos/elementos que se manifestam espacialmente de forma pontual deveriam ser transcritos preferencialmente por pontos nos mapas. Os que ocupam áreas, por sua vez, deveriam ser representados por elementos visuais que traduzam esta noção, como por exemplo, polígonos.

No entanto, a representação de fenômenos e elementos pontuais, lineares e zonais nem sempre segue esta diretiva. Fenômenos zonais, por exemplo, podem ser traduzidos graficamente em um mapa por diferentes elementos visuais como pontos, linhas, polígonos, linhas de isovalor (isolinhas) ou matrizes (via modelos digitais de superfície, por exemplo).

Por este motivo, autores como Dibiase et al. (1994), MacEachren e Taylor (1994), Sluter (2008) e Menezes e Fernandes (2016) apresentaram considerações sobre a forma espacial, objetivando sua implementação em meio digital. Para tanto, apresentaram relações entre a forma espacial e as primitivas gráficas.

As primitivas gráficas, usualmente associadas as geometrias ponto, linha e polígono, permitem caracterizar diferentes fenômenos/elementos, contudo não são suficientes para representar todas as formas de ocorrência e possibilidades de implementação dos fenômenos espaciais, como será demonstrado mais adiante.

Outra questão a ser observada na produção de mapas em ambiente SIG é a forma de armazenagem dos dados, a qual corresponde à maneira como o dado é armazenado em meio digital. Em se tratando de dados para geração de mapas temáticos, cabe separar a noção de dado enquanto atributo e enquanto geometria, da forma espacial do elemento/fenômeno e, da forma final de representação dos mesmos.

Dados podem ser armazenados em formato alfanumérico e associados à diferentes geometrias (ponto, linha ou polígono), bem como serem implementados no mapa de diversas formas como: pontos, linhas, polígonos ou matrizes (imagens ou modelos digitais de superfície). A temperatura e a precipitação são exemplos de fenômenos espaciais que ocorrem no espaço na forma de área (se manifestam de forma zonal) e, podem ser armazenados em formato alfanumérico, de pontos ou matrizes. Estes mesmos fenômenos podem ser representados por pontos (a partir dos valores observados nas estações), linhas (através de isoietas e isotermas) ou via modelos digitais de superfície (matrizes).

Em função dos motivos apresentados anteriormente, observa-se a necessidade de sistematizar outras abordagens para a análise da forma espacial. O que pode ser feito a partir da análise da

continuidade do fenômeno/elemento a ser representado. Neste caso, duas possibilidades podem ser consideradas: fenômenos/elementos **discretos** ou **contínuos**.

A partir desta análise é possível direcionar a escolha da forma de **implantação** considerando os recursos disponíveis em ambiente SIG. Neste caso, as representações podem ser feitas a partir de **superfícies contínuas** (S_c), **discretas** (S_d) e/ou **discretizadas** (S_{dz}).

Superfícies contínuas (S_c) são imagens utilizadas para representar fenômenos que apresentam distribuição e variação contínua no espaço. Nestas, a variação de valor se dá continuamente a cada lugar, sem a presença de barreiras físicas. Estas imagens (superfícies contínuas) podem ser armazenadas em meio digital na forma de arquivos matriciais ou de modelos matemáticos. Em superfícies contínuas cada ponto ou pixel na imagem é representado pelo valor observado ou estimado no espaço e, em geral, todos os valores dentro de um dado intervalo estão presentes, formando um contínuo espacial. Exemplos de superfícies contínuas são os modelos digitais de elevação e os modelos digitais da temperatura e precipitação (figura 9).

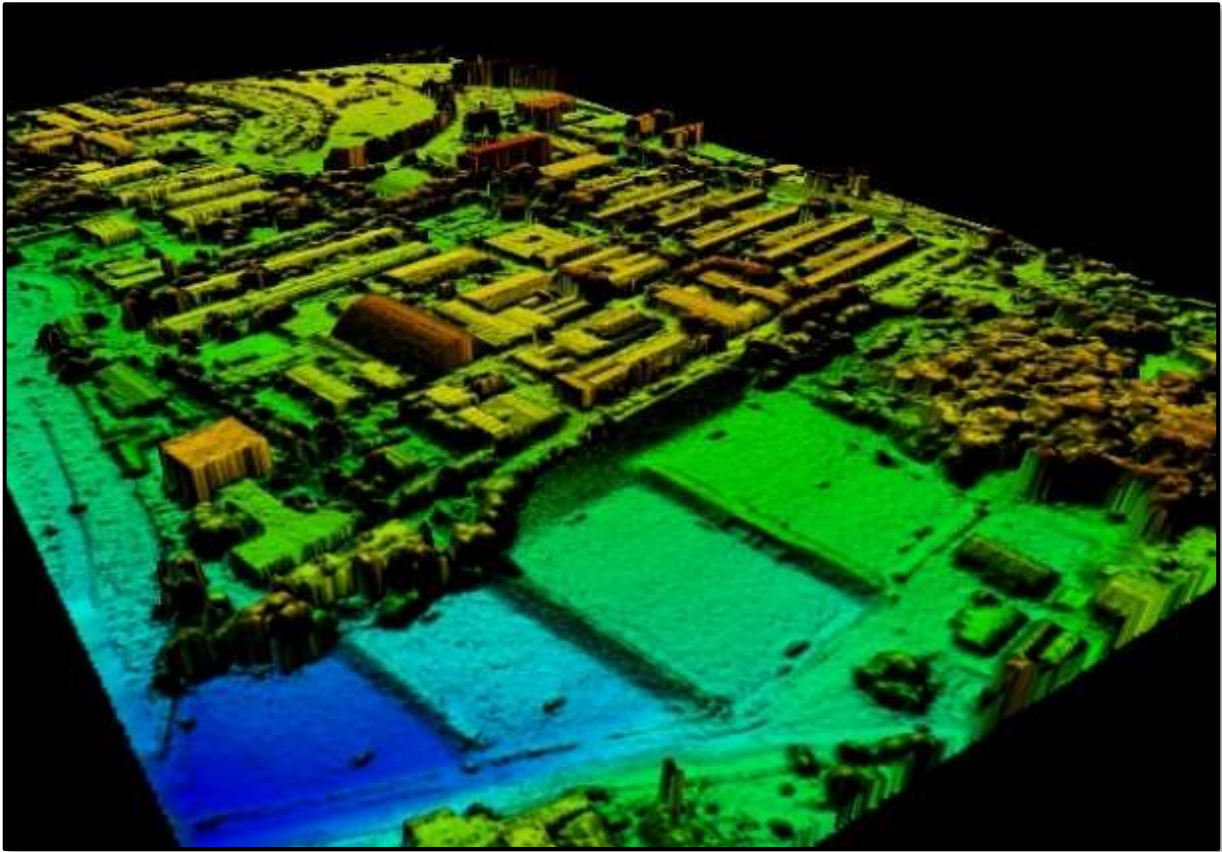


figura 9 Modelo digital de elevação: superfície contínua.

A representação de um fenômeno por meio de superfícies contínuas, em geral, demanda a adoção de procedimentos de interpolação*, uma vez que apesar de representar fenômenos com distribuição e variação contínua no espaço, os dados utilizados na construção dos mesmos em geral são coletados a partir de pontos (amostras).

***Interpolar** é estimar uma grandeza desconhecida entre valores conhecidos.

Exemplo de fenômeno que apresenta ocorrência zonal e que pode ser representado a partir do uso de superfície contínua por meio de interpolação é a precipitação. Neste caso, os valores utilizados para representar sua variação estão associados a pontos, os quais correspondem às estações meteorológicas/climatológicas e, os valores utilizados para geração do modelo, armazenados na forma de dados alfanuméricos.

Superfícies discretas (Sd) podem ser do tipo matricial ou vetorial. Superfícies discretas matriciais (Sdm) são imagens que possuem por objetivo representar indivíduos espaciais que apresentam limites bem definidos. Funcionam como uma fotografia verticalizada do espaço. Superfícies discretas matriciais podem ser imagens de satélite, fotografias aéreas ou imagens derivadas da classificação destes produtos, como por exemplo, as que resultam de um processo de classificação supervisionada ou de matriciação* de um produto vetorial. Também podem resultar da transposição de arquivos de formato vetorial para matricial.

***Matriciação:** processo de conversão de um arquivo vetorial para matricial. Inverso ao processo de **Vetorização**

Apesar de exibir todos elementos presentes no espaço sem que se observe a ausência de dados (vazios na imagem), estes produtos

não são superfícies contínuas. Em superfícies discretas matriciais os temas observados correspondem a elementos espaciais que apresentam limites físicos bem definidos (estradas, árvores, casas, lagos...), ou seja, representam objetos naturalmente discretos.

Neste caso, cada elemento presente na imagem é uma unidade espacial discreta e que pode ser naturalmente identificada, diferenciada ou transcrita para a forma vetorial (polígonos, pontos ou linhas) por processos de interpretação, classificação, fatiamento, agrupamento de pixels ou vetorização. Assim, ainda que na imagem os pixels de um dado elemento espacial possam apresentar diferentes valores (como no caso dos valores dos pixels que formam um lago em uma imagem de satélite), os mesmos representam um indivíduo espacial com limites bem definidos (objeto/elemento discreto), neste caso, o lago.

Em mapas temáticos, superfícies discretas matriciais podem ser utilizadas em associação com arquivos vetoriais, como por exemplo, em cartas imagens* de uso da terra. Neste tipo de mapa é comum o uso de recortes espaciais da própria imagem para servir como legenda e/ou chave de identificação dos elementos presentes no mapa (conforme na figura 10).

***Cartas Imagens** associam arquivos matriciais com vetoriais. Em geral empregam ortomosaicos, imagens de satélite ou modelos digitais como mapas de fundo, com a sobreposição de arquivos vetoriais.

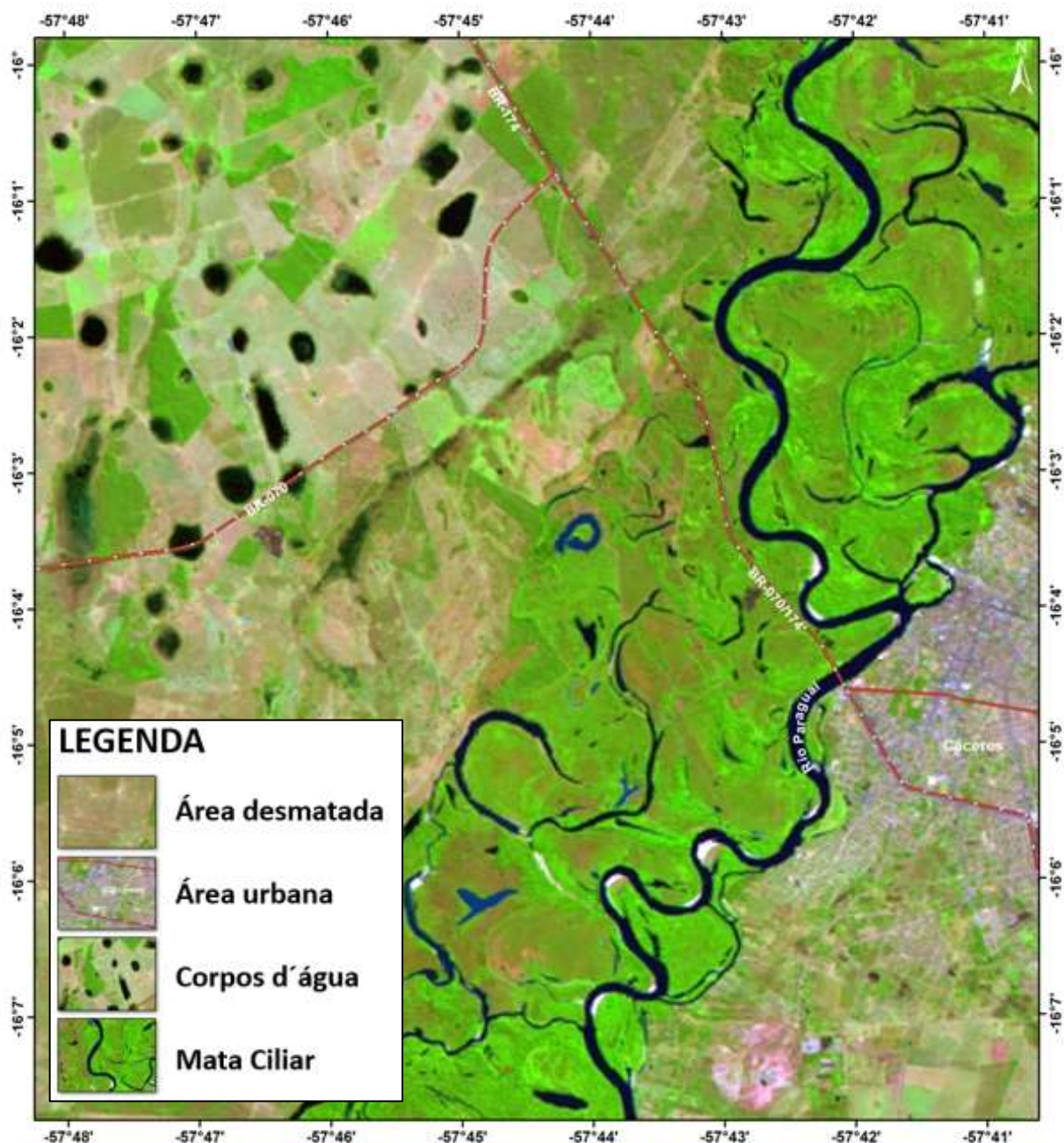


figura 10 Superfície discreta matricial (Sdm) - Recorte e adaptação de uma carta imagem de uso da terra.

Disponível: http://www2.unemat.br/labgeo/index.php?pasta=cartas_imagens.

Superfícies discretas vetoriais (Sdv) são aquelas que apresentam limites espaciais rígidos ou, bem definidos, e que empregam as geometrias do tipo ponto, linha ou polígono. Estradas e municípios são exemplos de fenômenos que possuem limites bem definidos e que podem, neste caso, ser representados tanto por meio de linhas como de polígonos (figura 11).

Superfícies discretas vetoriais também podem ser utilizadas para representar fenômenos que **não** possuem limites bem definidos. Diferentes fenômenos apresentam limites difusos ou flutuantes (não rígidos), ou seja, apresentam faixas de transição e incerteza. Áreas contaminadas, ecossistemas e solos, são exemplos de fenômenos que podem apresentar, ora limites bem definidos, ora faixas de transição, contudo, são usualmente representados por polígonos.

Outro exemplo a ser considerado é o caso de rios e reservatórios que podem apresentar diferentes dimensões e limites a cada época do ano em função da sazonalidade (cheia *versus* estiagem), contudo, em geral são representados graficamente por meio de linhas e/ou polígonos com limites fixos.



figura 11 Bairros de Curitiba - Superfície discreta vetorial (Sdv).

Em ambiente SIG a noção de superfícies discretas e contínuas possuem reflexos sobre a noção de GEOBJETO e GEOCAMPO, respectivamente (CÂMARA ET AL, 2001).

Superfícies discretizadas (Sdz) resultam do “fatiamento” de superfícies contínuas em faixas ou intervalos de valores. Nestas **não** é possível a visualização dos valores individuais presentes no espaço e, que representam um fenômeno de variação contínua. A representação do relevo em classes hipsométricas é um exemplo de modo de implantação via superfície discretizada (figura 12).

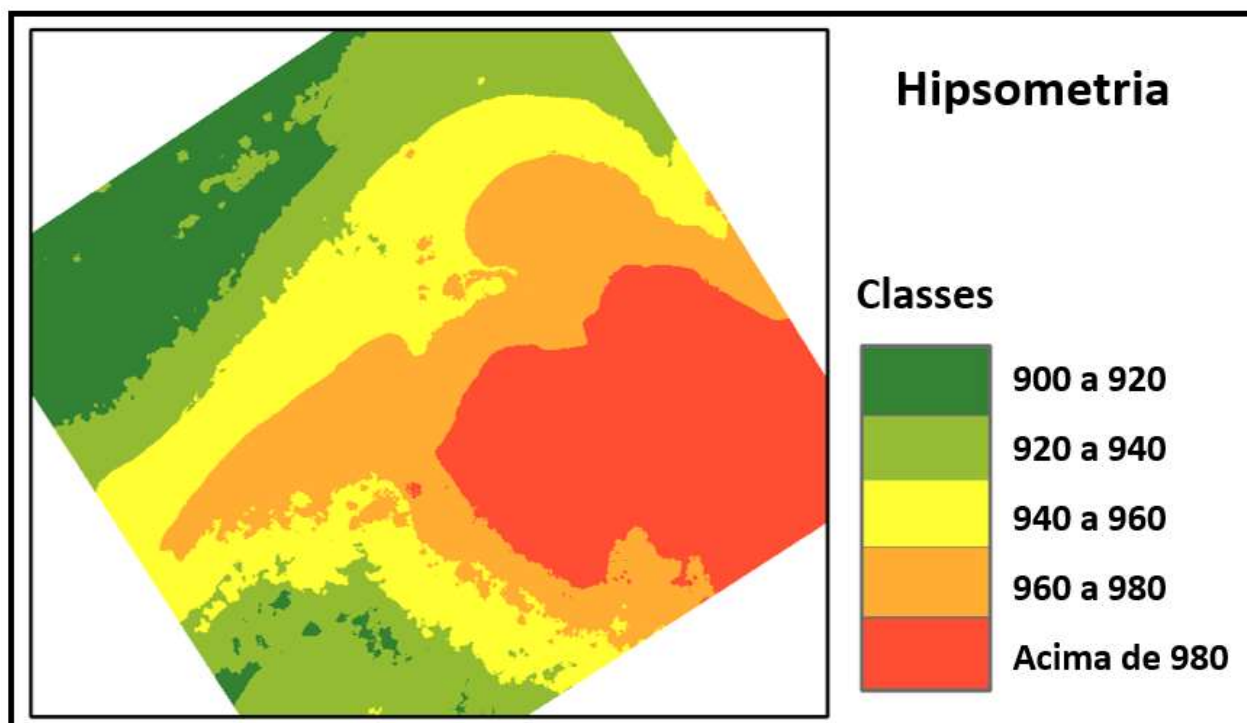


figura 12 Superfície discreta (esquerda) e discretizada (direita).

A identificação da forma de **implantação** é fundamental para definir o tipo de mapa que será apresentado ao usuário, bem como de sua **legenda**. Isto porque, a legenda do mapa deve acompanhar a forma de implantação empregado no mapa (legenda discreta, discretizada e contínua), conforme será demonstrado no capítulo sobre layout (6).

É importante destacar que as noções de forma espacial e de implantação empregadas pela Cartografia Temática diferem da orientação para a produção de dados geoespaciais empregada pela Cartografia Digital. A Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais - ET-ADGV (2011) propõe que sempre que possível os objetos sejam representados em seu formato real de ocorrência no espaço (área), o que de acordo com esta norma resultaria na representação por polígonos. Contudo, esta diretriz nem sempre se aplica a produção de mapas temáticos.

3.2.2.1 Exemplos de variações na forma espacial comuns na produção de mapas temáticos.

Diferentes variações entre a forma espacial e de implantação podem ocorrer em função da escala, da simbologia e do uso de processos de interpolação.

3.2.2.1.1 Variações em função da escala

Variação de área para ponto, de área para linha ou linha para ponto (figura 13).

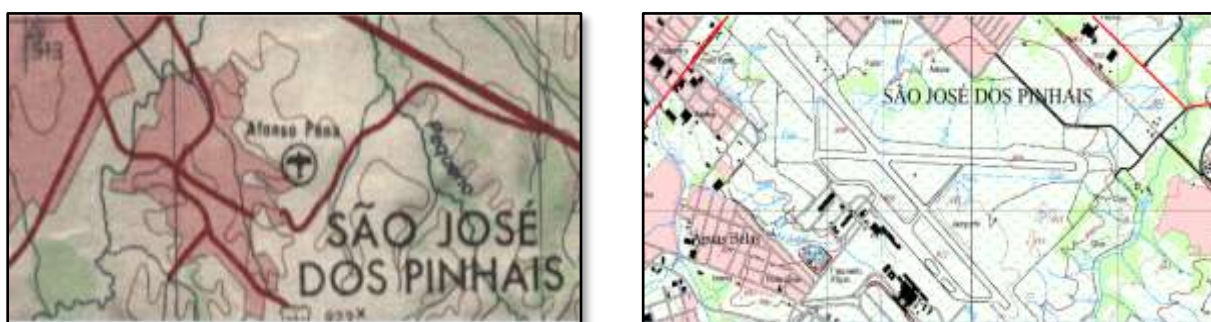


figura 13 Aeroporto Afonso Pena nas cartas do DSG escalas 1:250.000 e 1:25.000 - (Fonte: recorte das cartas topográficas do DSG – Diretoria de Serviço Geográfico do Exército).

Dependendo da escala, um campo de futebol, aeroporto ou curso d'água, elementos que são, em geral, representados por linhas/polígonos em função da área ocupada, podem ser representados por pontos ou linhas se a escala final de representação demandar a redução para uma adequada representação gráfica. Esta alteração é usual em processos de **generalização cartográfica***.

***Generalização Cartográfica:** processo de adequação de uma base de dados geoespacial para sua visualização em uma escala menor.

3.2.2.1.2 *Variações em função da simbologia empregada no mapa temático*

Variação de área para ponto – mapas temáticos de densidade de pontos (*Dot density* ou *Dot map*)

Um recurso utilizado pela Cartografia Temática e disponível em softwares de SIG é a representação gráfica da quantidade que se encontra associada a um polígono a partir de um conjunto de pontos de um mesmo tamanho (nuvens de pontos). Exemplo: o Produto Interno Bruto (PIB - que se distribui por todo o município) pode ser representado por nuvens de pontos (*Dot density* ou Pontos de Contagem). Nestas representações a quantidade/concentração de pontos está associada a intensidade de ocorrência do fenômeno representado.

Este tipo de mapa (figura 14) emprega a variável visual denominada de espaçamento, porém utiliza diferentes quantidades de pontos distribuídos em intervalos irregulares de distância.

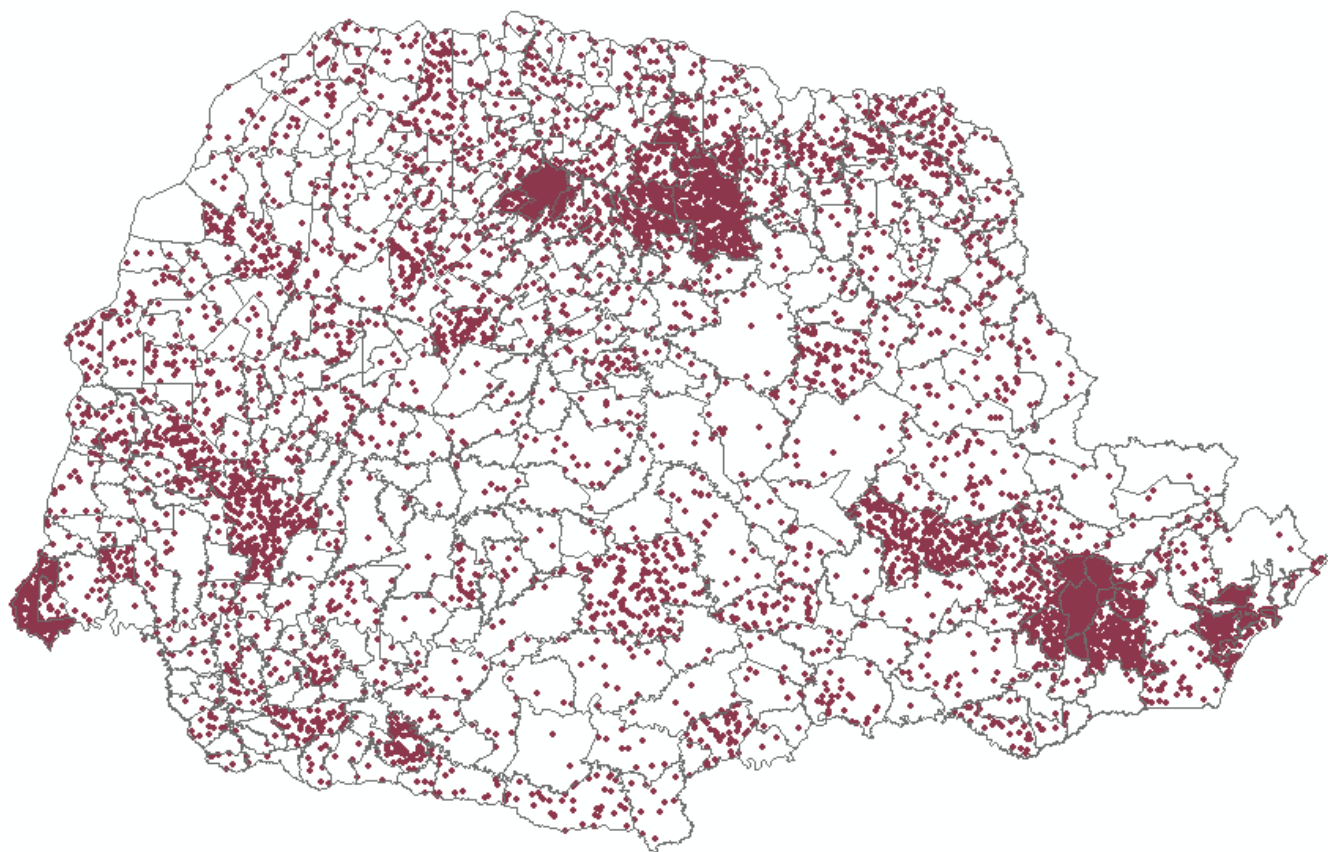


figura 14 PIP por município - Paraná (Dot density).

Outra alteração comum entre a forma de ocorrência e de implantação (de área para pontos) é observada com o uso da variável visual Tamanho em mapas de símbolos proporcionais (esse assunto será abordado mais adiante). Neste caso, os símbolos (círculos, quadrados e pictogramas) utilizados para representar as quantidades medidas de um fenômeno com distribuição zonal, são implementados de forma pontual no mapa. Assim, apesar do fenômeno possuir forma de ocorrência zonal e, dos dados estarem **armazenados e associados à geometria do tipo polígono** a simbologia final é a de pontos de tamanhos diferentes (figura 15).

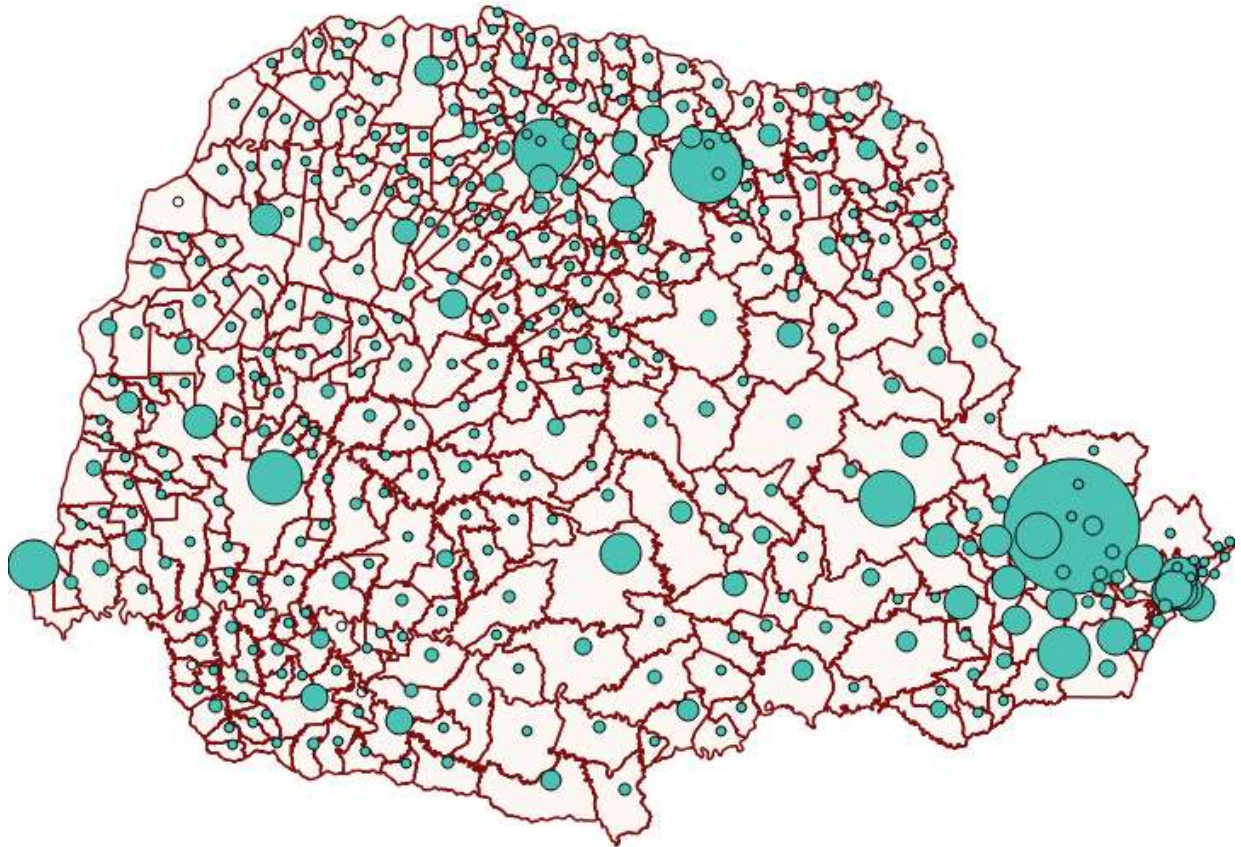


figura 15 População: Forma de ocorrência – pontual, Forma de armazenagem – Polígono - Modo de implantação – pontual - variável visual Tamanho.

Neste caso os símbolos maiores representam as maiores quantidades observadas do fenômeno representado.

3.2.2.1.3 Variações em função do processo de interpolação

Varição de área ou ponto para linha – mapas de isolinhas

Modelos digitais (superfície contínua) que representam a variação de um fenômeno espacial contínuo, podem ser convertidos/representados a partir de isolinhas. Exemplo: A representação da distribuição espacial da temperatura (fenômeno zonal) em geral é feita a partir de um conjunto de dados coletados em pontos ou, resultante da coleta instantânea de um sensor orbital (imagem). No mapa final, porém, esta informação pode ser representada na forma de linhas de isovalor (isotermas).

Portanto, a informação pode romper com o seu formato de ocorrência e armazenagem e assumir variações. Um dado medido pontualmente e, armazenado na forma de pontos ou linhas, pode ser representado graficamente na forma de área (polígonos ou arquivos matriciais), através das ferramentas disponíveis em ambiente SIG, que possibilitam, por exemplo, a interpolação dos valores observados e a geração de modelos digitais de superfície ou, ainda, de curvas de isovalor (isolinhas).

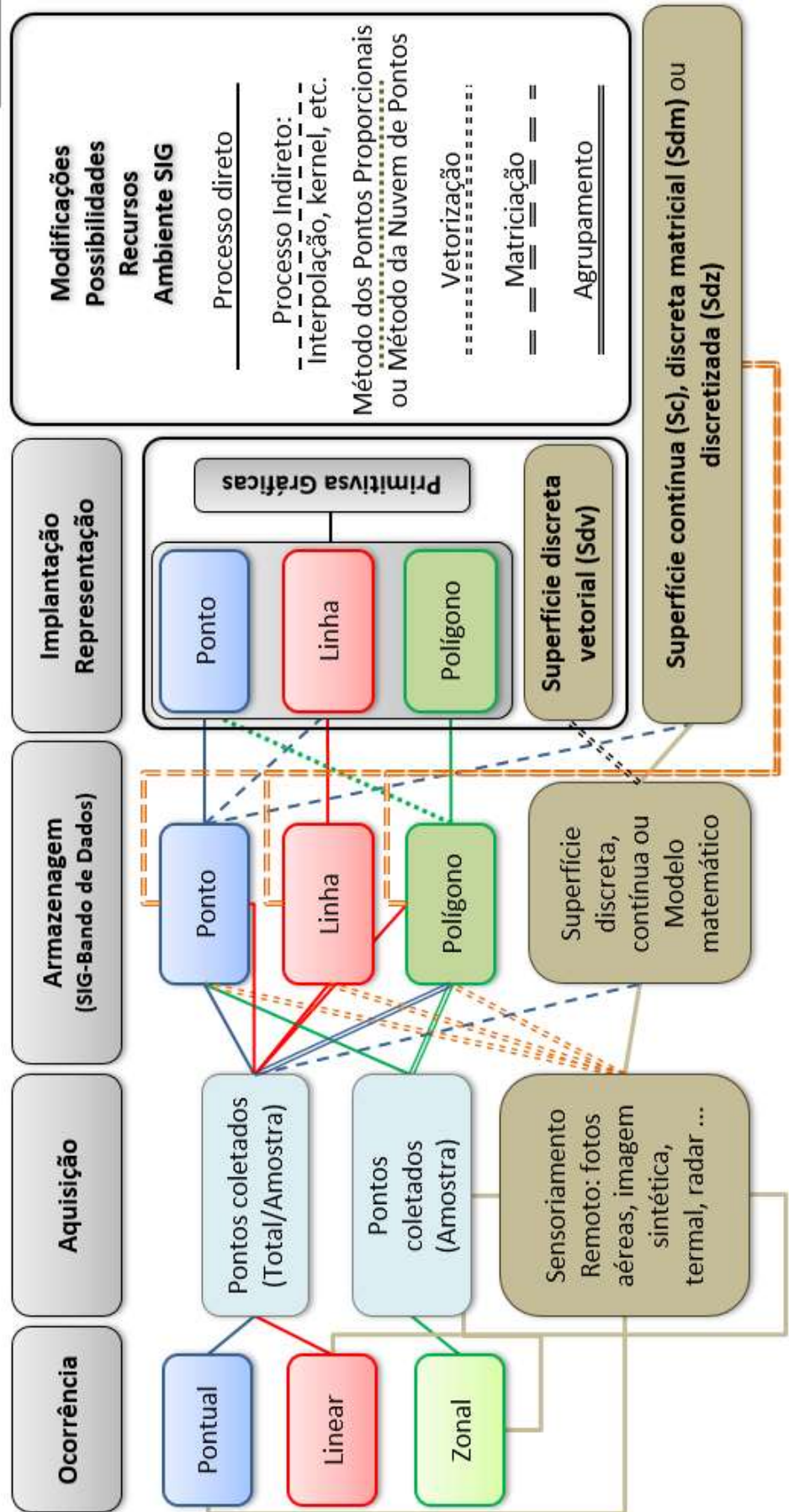


figura 16 Possibilidade de transição entre as geometrias dos objetos geoespaciais em ambiente SIG - Fonte: Adaptado de Sampaio e Brandalize (2018).

3.2.3 Continuidade Temporal

É o componente da informação cuja análise se aplica, preferencialmente, à produção de gráficos. Equivale à continuidade temporal do fenômeno analisado dentro da unidade de tempo observada (dia, mês, ano, etc). Este tema será abordado de forma mais aprofundada no capítulo sobre a produção de gráficos.

3.2.4 Nível de Organização, de Medida ou Significado cognitivo da informação

Corresponde a identificação do significado cognitivo que se encontra associado a informação a ser transmitida. Nesta etapa é feita a análise do conjunto de dados utilizados para gerar a informação. Cabe lembrar que, a partir de um conjunto de dados, diferentes tipos de informações podem ser extraídas.

Em ambiente SIG, o elaborador do material cartográfico deve analisar o Significado Cognitivo (Nível de Organização) de cada um dos temas (aqui se referindo aos dados dispostos em campos de atributos) e, identificar o significado cognitivo a ser transmitido.

Um campo de atributos pode apresentar diferentes tipos de dados (texto, datas e números) os quais podem expressar diferentes significados. Para cada significado a ser transmitido, haverá uma ou mais soluções gráficas que devem ser preferencialmente utilizadas.

Ao transpor um conjunto de dados para a forma gráfica, a informação a ser transmitida pode expressar a ideia de seletividade (dados qualitativos ou nominais), quantidade ou ordem.

3.2.4.1 Ideia de Seletividade – S

Relativa à dados qualitativos ou nominais. Em geral, encontra-se associada a dados do tipo texto (string). Contudo, a ideia de seletividade (qualidade) pode estar associada à dados numéricos. Exemplo: GEOCODIGO (código utilizado para identificar os setores censitários – IBGE). O GEOCODIGO pode ser armazenado na forma de texto ou número, contudo, traduz a ideia de Seletividade, pois identifica o indivíduo espacial.

A seletividade traduz a ideia de *qualidade* ou de *característica* que *identifica/distingue/diferencia* um elemento ou o próprio espaço. O termo qualidade não possui, nesse caso, relação com “bom” ou “ruim”, mas com a noção de diferenciação (**seletividade**).

A seletividade pode ser dividida em:

- Seletividade associativa ($S \equiv$): dentro do conjunto analisado podem surgir subgrupos de elementos ou de espaços que apresentem alguma característica a partir da qual é possível estabelecer semelhanças.
- Seletividade dissociativa ($S \neq$): dentro do conjunto analisado não se observam, ou não há interesse em se mostrar, subgrupos de elementos ou espaços com características semelhantes.

Seletividade dissociativa	Atividade Econômica	
	Identificação de subgrupos	Seletividade associativa
Bancos	Bancos	Mineração
Indústria Moveleira	Empresas de Construção Civil	Extratativismo Vegetal
Praças	Hospitais	Indústria de Alimentos
Mineração	Indústria Moveleira	Indústria Automobilística
Lago	Mineração	Indústria Moveleira
	Extratativismo Vegetal	Empresas de Construção Civil
	Padarias	Bancos
	Indústria Automobilística	Hospitais
	Farmácias	Padarias
	Indústria de Alimentos	Farmácias

figura 17 Exemplo de seletividade. Seletividade dissociativa (esquerda) e associativa (direita).

Na seletividade dissociativa (figura 17), cada indivíduo é tratado como diferente dos demais. Bancos, Indústria moveleira, praças, mineração e lago, são elementos distintos, sem qualquer relação que permita estabelecer associações entre os mesmos.

Na seletividade associativa, os indivíduos são diferenciados, contudo alguns apresentam características que permitem estabelecer uma relação de similaridade (associação), formando um ou mais subgrupos. Bancos, empresas de construção civil, hospitais, mineração e outras são, a princípio, elementos distintos. Contudo é possível estabelecer uma ligação entre alguns destes elementos, a partir do setor da economia ao qual estão associados. Assim, bancos, hospitais, farmácias e padarias possuem em comum o fato de pertencerem ao setor Terciário.

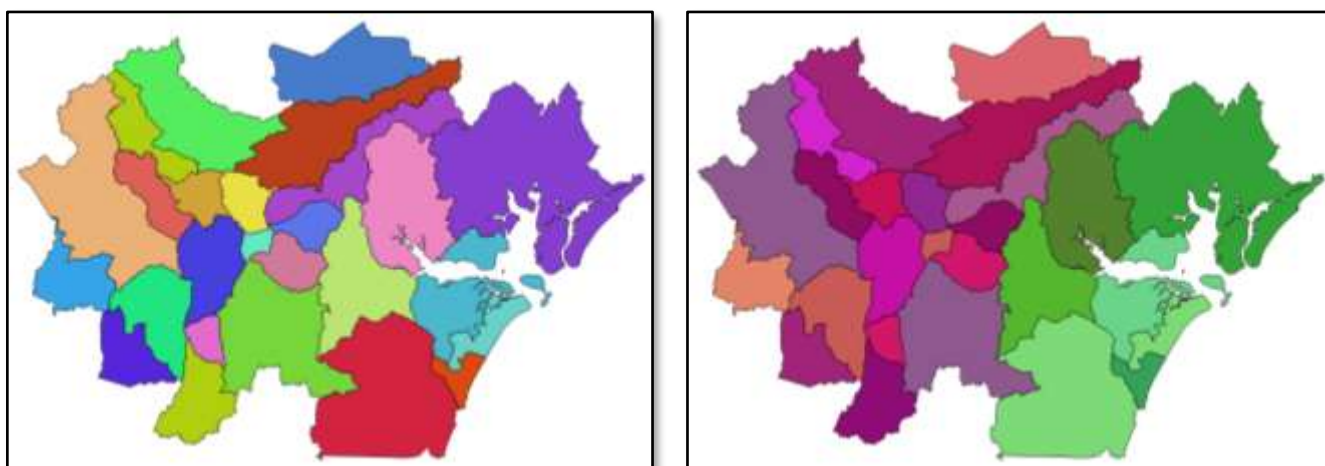


figura 18 Exemplo de seletividade dissociativa (esquerda) e, associativa (direita).

Na figura 18 (esquerda), os municípios são tratados graficamente como distintos a partir de variações no matiz (Seletividade Dissociativa). Já na figura da direita, os diferentes tons de vermelho-violeta e verde, obtidos por processo de saturação, induzem ao usuário a correlacionar e agrupar os municípios (Seletividade Associativa). Neste caso, o elemento agregador é o fato de que, apesar de distintos, os municípios pertencem à determinadas microrregiões, as quais são indicadas pelo uso de matizes de cores similares.

Diz-se que os dados apresentam Seletividade Associativa quando pelo menos dois deles apresentam alguma característica agregadora, ainda que todos os demais dados apresentem Seletividade Dissociativa.

A Seletividade Associativa pode estar presente em um conjunto de dados e, por interesse ou desconhecimento por parte do elaborador do material gráfico, não ser tratada graficamente.

Dados que traduzem a ideia de seletividade (associativa ou dissociativa) são tratados graficamente em ambiente SIG como dados categóricos (figura 19 e figura 20).

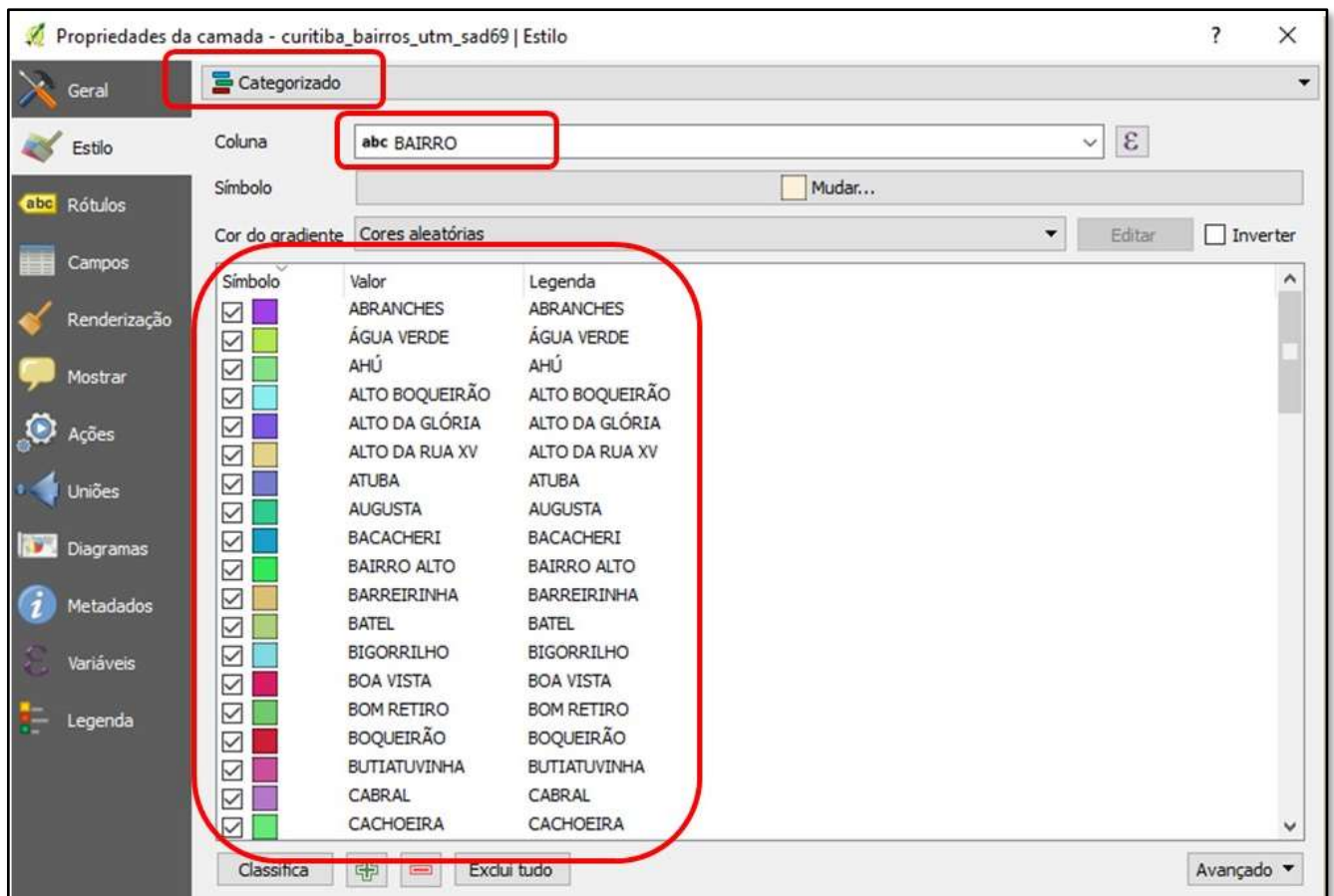


figura 19 Possibilidade de tratamento de dados com Seletividade (função: categorizado ou simples) – QGIS®.

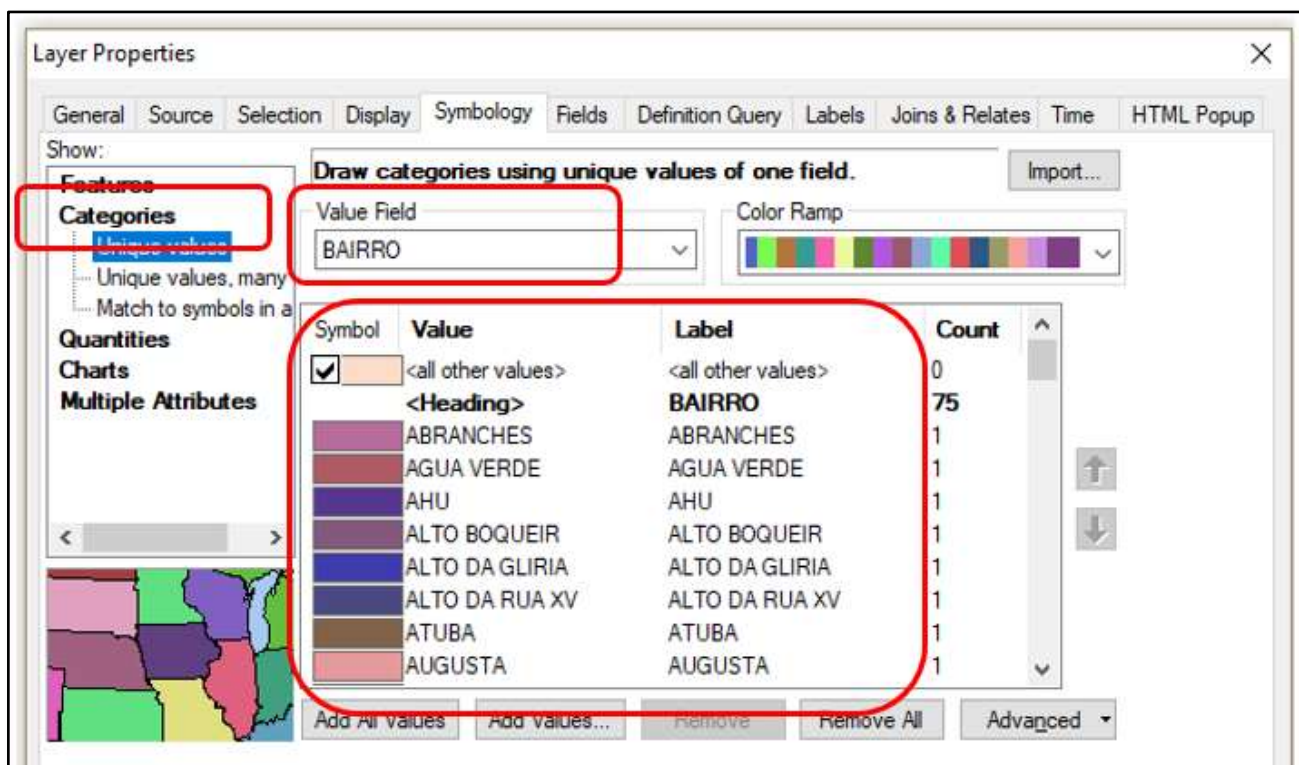


figura 20 Possibilidade de tratamento de dados com Seletividade (*Categories*) – ArcGIS®.

3.2.4.2 Ideia de Quantidade - Q

Indica que existe uma grandeza associada ao elemento a ser representado. A quantidade, em geral, encontra-se associada a dados do tipo numérico. Contudo, nem todos os dados numéricos traduzem a ideia de quantidade, podendo indicar a ideia de seletividade ou ordem, como já foi demonstrado. Dados do tipo texto podem conter informações que indiquem quantidades, porém não é usual esse tipo de procedimento de armazenagem de dados. Caso os dados que indicam quantidade sejam armazenados na forma de texto (dez, quinze, etc), ou caso o programa (SIG) leia números como texto (*string*), os mesmos **não** poderão ser tratados graficamente com os recursos disponibilizados pelos softwares para tratamento de dados quantitativos.

Informações quantitativas podem expressar grandezas absolutas, relativas ou normalizadas, sendo:

Quantidade absoluta (Q_{abs}): quando cada valor a ser representado independe dos demais. Ex.: População A: 12456 hab. e, População B: 8765 hab. A alteração de um valor não afeta os demais valores. Diz-se neste caso, que os valores são “descolados”.

Quantidade relativa (Q_{rel}) e quantidade normalizada (Q_{nor}): dizem respeito a relatividade dos valores a serem representados. Esta relatividade pode ser obtida ou observada em um conjunto de indivíduos ou, de variáveis. A Q_{rel} apresenta dois contextos de aplicação, o primeiro relativo a produção de mapas e o segundo à produção de gráficos.

Na produção de mapas a noção de Q_{rel} pode ser obtida/observada em função da representação conjunta de duas ou mais variáveis ou, por processos de normalização (Q_{nor}) (este item será aprofundado no capítulo sobre **Tratamento de dados**).

- a. Representação conjunta de variáveis - quando duas ou mais variáveis são complementares e, são apresentadas de forma simultânea, ex.: população urbana e população rural, os valores representados podem ser visualizados e entendidos como quantidades relativas (Q_{rel}), pois a soma dos valores representa 100% da população (população total). Neste caso, o mapa temático irá utilizar, preferencialmente, um diagrama setorial (gráfico de pizza ou torta e/ou barra 100%), o qual fornece visualmente o

valor relativo de cada tema (urbano/rural) em cada unidade espacial.

- b. Processos de [normalização](#): outro contexto no qual a ideia de Q_{rel} pode ser observada é quando os dados a serem representados (variável 1) são relacionados a uma segunda variável (variável 2), a qual fornece um caráter relativo aos mesmos. Exemplo: o PIB *per capita* representa a relação (divisão) entre as variáveis: PIB (Produto Interno Bruto – variável 1) e população (variável 2). Neste caso, o PIB *per capita* possui significado de quantidade relativa (Q_{rel}), sendo também denominado de quantidade normalizada (Q_{nor}).

No que se refere a produção de gráficos a ideia de Q_{rel} é observada em três contextos. Primeiro, quando naturalmente os valores da variável a ser representada totalizam 100%. Neste caso, cada valor a ser representado é um valor relativo aos demais. Segundo, quando os valores da variável a ser representada são quantidades absolutas, porém o objetivo é demonstrar o caráter relativo de cada valor em relação ao conjunto dos dados. Terceiro, quando para um mesmo indivíduo são apresentadas quantidades cujos valores são complementares: exemplo: conformação do PIB, sendo os valores referentes aos setores primário, secundário e terciário. Este assunto será abordado de forma mais aprofundada no item relativo à **Produção de gráficos**.

3.2.4.3 Ideia de Ordem – O

A ideia de ordem está presente em dados que objetivam estabelecer uma hierarquia para os valores/grandezas a serem representados ou, quando se observa uma sequência de tempo. Dados que traduzem a ideia de ordem podem ser armazenados na forma de texto (*string*) ou número (inteiro, decimal ou data). Três tipos de ordens podem ser observadas:

Ordem de tempo (O_{tem}) – corresponde à ordem cronológica que se observa para os dados de um único elemento ou unidade espacial (Ex.: Crescimento populacional do município X no período de 1990, 1991 e 1992). Neste exemplo, os dados encontram-se armazenados na forma de números inteiros e, a ideia de ordem é observada a partir da análise e representação dos dados que se encontram armazenados em diferentes colunas de dados, sendo cada uma relativa a um período/data.

Ordem de valor (O_{qtd}) ou Ordem quantitativa – corresponde à hierarquia das grandezas analisadas que pode ser uma característica natural do fenômeno analisado (ex. pequeno, médio e grande), ou resultante de uma equivalência de valores à classes hierárquicas (ex. valores de 1 a 5 = micro, valores de 6 a 20 = pequeno, valores de 21 a 100 = médio e valores de 100 a acima = grande). Um conjunto de dados que inicialmente traduz a ideia de quantidade pode ser convertido em informações que traduzam a ideia de ordem. Exemplo: dados como 2, 10 e 50, podem tanto indicar a ideia de quantidade como, de pouco, médio e muito.

Ordem associada a ideia de Seletividade (O_{sel}) - corresponde à ordem/hierarquia das características analisadas que pode ocorrer naturalmente (ex. muito ruim, ruim, bom, muito bom e ótimo), ou resultante de uma equivalência de valores (quantidades) à classes qualitativas. Um conjunto de dados que inicialmente traduz a ideia de seletividade pode ser convertido em informações que traduzam a ideia de ordem. Exemplo: instalações precárias e boas podem traduzir, tanto a ideia de coisas distintas, como de ordem hierárquica, assim como assassinato, estupro, assalto e outros tipos de crimes podem simplesmente indicar diferentes tipologias/modalidades, como ser associados a uma escala ordenada de níveis de violência.

Tanto os dados que traduzem a ideia de Quantidade (absoluta, relativa ou normalizada), quanto os que traduzem a ideia de Ordem são tratados graficamente em ambiente SIG como dados quantitativos (*Quantities* ou *Charts* – ArcGIS®) ou, como graduados ou diagramas (QGIS®) (figura 21 e figura 22).

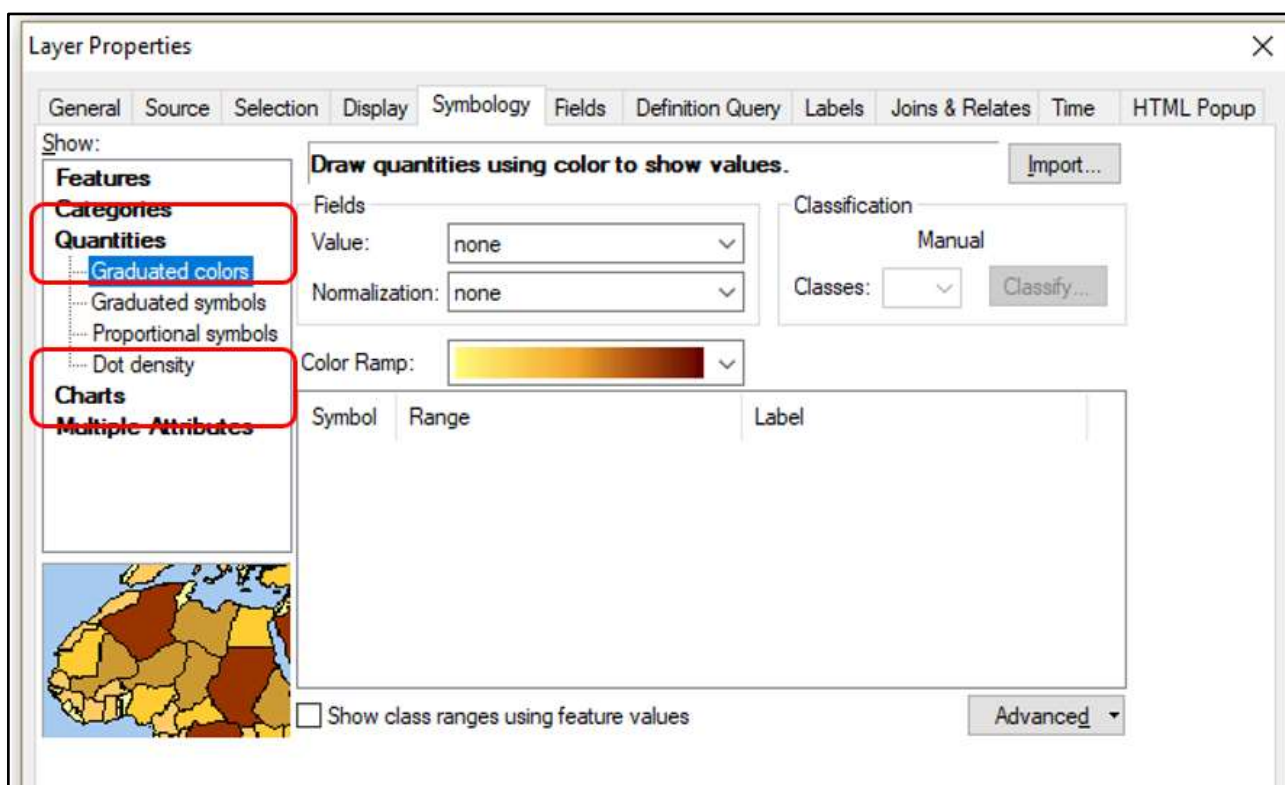


figura 21 Possibilidade de tratamento de dados Quantitativos e ordenados (Quantities e Charts) – ArcGIS®.

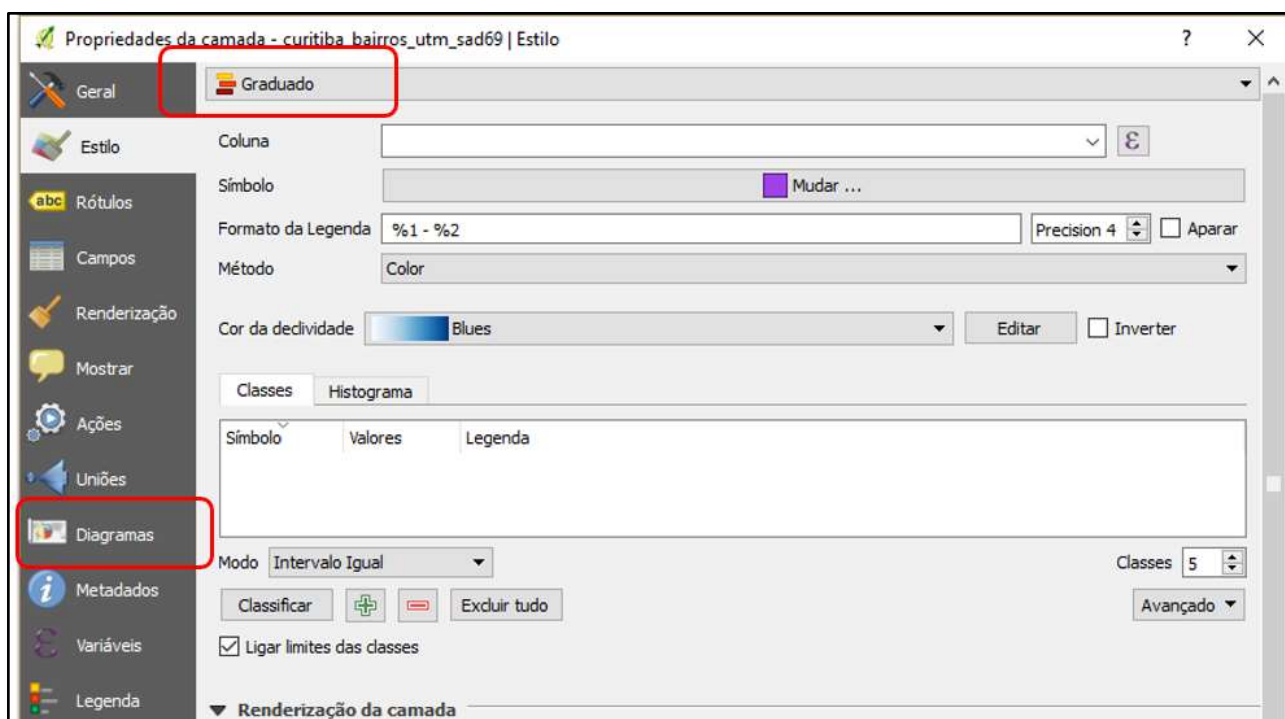


figura 22 Possibilidade de tratamento de dados Quantitativos e ordenados (Graduado e Diagramas) – QGIS®.

Significado Cognitivo	Subtipos	Simbologia	
Seletivo	Associativo	S_{\equiv}	
	Dissociativo	S_{\neq}	
Quantitativo	Absoluto	Q_{abs}	
	Relativo	Q_{rel}	
	Normalizado	Q_{nor}	
Ordenado	temporal/cronológica		O_{tem}
	Qualitativo	Natural	O_{qtd}
		Equivalente	
	Quantitativo	Natural	O_{sel}
Equivalente			

figura 23 Síntese do Significado Cognitivo (Nível de Organização/Medida).

Desta forma, um campo de atributos que apresente, por exemplo, dados nominais (tipo texto) e, que expressem a ideia de Seletividade dissociativa, ou seja, coisas diferentes, deverá buscar soluções gráficas que permitam ao usuário a compreender, a partir do estímulo visual, o significado cognitivo desta informação.

Exemplo: os dados fictícios A, B e C (figura 24) expressam a ideia de que cada um é diferente dos demais.

Nível de organização	Subtipos	Atributos
Qualitativo (Seletivo associativo ou dissociativo) (tipologia do campo : texto) (Exceto quando um número é usado para indicar um indivíduo único - ex.: CPF)	Dissociativo: cada indivíduo é único - não há entre os indivíduos subtipos/subgrupos.	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="background-color: #f08080; width: 30px; height: 20px; margin-bottom: 2px;">A</div> <div style="background-color: #ffff00; width: 30px; height: 20px; margin-bottom: 2px;">B</div> <div style="background-color: #90ee90; width: 30px; height: 20px; margin-bottom: 2px;">C</div> </div> Indica a presença de elementos distintos, como por exemplo: município A, B e C; ou solos da classe A, B e C
	Associativo: Apesar dos indivíduos serem diferentes, observa-se a presença de subtipos/subgrupos (semelhantes)	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="background-color: #d2691e; width: 30px; height: 20px; margin-bottom: 2px;">Zx</div> <div style="background-color: #d2691e; width: 30px; height: 20px; margin-bottom: 2px;">Zy</div> <div style="background-color: #9370db; width: 30px; height: 20px; margin-bottom: 2px;">R</div> </div> Indica a presença de subgrupos. Apesar de Ax e Ay serem diferentes, ambos tem em comum o fato de serem do tipo A. Exemplo: Ax: Zona Industrial de uso intenso, Ay: Zona industrial de uso misto e C: Zona residencial

figura 24 Significado cognitivo a ser traduzido (Qualidade – Seletividade) e tipologias dos dados. Exemplos teóricos de campos de atributos - Fonte: Sampaio e Brandalize (2018).

É importante reforçar que nem sempre um dado do tipo texto expressa a ideia de Seletividade, bem como dados numéricos podem não indicar quantidades. O estágio sucessional da vegetação (primário e secundário) é outro exemplo de dado armazenado na forma de texto, que traduz a ideia de ordem. Assim, a ideia de ordem pode estar presente em diferentes tipos de dados, inclusive quando armazenados em diferentes colunas, cabendo ao elaborador do mapa observar qual(is) o(s) significado(s) (são) observado(s) e, quais se deseja traduzir graficamente.

Quantitativo (campo tipo: numérico)	Absoluto: o valor de cada indivíduo independe dos demais	5,5 6,3	Os valores independem dos demais valores representados
	Relativo: os valores dos indivíduos são interdependentes e complementares	30% 70%	Os valores apresentam relação direta entre si (neste caso a soma é 100%)
	Normalizado: os valores fazem referência a relação entre dois campos de atributos	Exemplo: Densidade Demográfica: População / área	

Ordenado (campo tipo: data, numérico ou texto)	<p>Temporal/Cronológica: pode estar presente tanto em um único campo de dados (tuplas), quanto a partir de um conjunto de campos de atributos com diferentes tipos de dados</p> <p>Tipo numérico: pode ser uma ordem natural: ordem observada pela numeração de campos ou tuplas (1^o, 2^o, 3^o) ou, Equivalente - associada a classes/intervalos (1 a 3 - pequeno, 4 a 8 médio, > 9 grande)</p> <p>Tipo texto: pode ser natural (Primário, Secundário e Terciário) ou, Equivalente (conjunto de dados tipo texto ao qual se associa uma ordem: Ruim, Bom, Excelente)</p>
--	---

figura 25 Significado cognitivo a ser traduzido (Quantidade e Ordem) e tipologias dos dados. Exemplos teóricos de campos de atributos - Fonte: Sampaio e Brandalize (2018).

3.3 Propriedades do plano e características da visão

Na tradução de uma informação para o formato gráfico, o plano bidimensional apresenta propriedades que podem e devem ser utilizadas para permitir a correta representação do tema. São propriedades do plano e características da visão humana:

1. continuidade: quando não há barreiras físicas, o plano transmite a ideia de unidade/uniformidade. Quando os elementos se encontram separados espacialmente, o plano transmite a ideia de distinção. A presença de linhas divisórias ou espaços descontínuos transmite a ideia Seletividade dissociativa.
2. agrupamento: linhas com diferentes espessuras transmitem a ideia de presença de agrupamentos (seletividade associativa).
3. ordem: a posição dos elementos no plano pode ser utilizada para traduzir ou induzir a ideia de ordem em função da forma habitual de leitura na cultura ocidental (da esquerda para direita e de cima para baixo).
4. grandeza/dimensionalidade: a disposição dos objetos no plano possibilita a quantificação dos mesmos pela análise comparativa de suas dimensões. Este processo é ainda mais acentuado quando há a disposição lateral dos elementos gráficos analisados.
5. imperceptibilidade: é função da acuidade visual. Elementos de dimensões reduzidas podem se tornar imperceptíveis. Em mapas de símbolos proporcionais, este cuidado deve ser

tomado para que o usuário não interprete áreas com valores reduzidos, como vazios.

As propriedades do plano podem ser utilizadas para evitar o uso desnecessário de outros elementos visuais. Exemplo: a cor pode utilizada para traduzir a ideia de Seletividade e, estimular o usuário a ter esta percepção. Contudo, o próprio plano já se encarrega de fornecer esta informação, a partir da presença de barreiras físicas (linhas, com diferentes dimensões).

As propriedades do plano podem ser acentuadas, atenuadas, ou até mesmo eliminadas, pelo uso de representações dinâmicas em meio digital (animações).

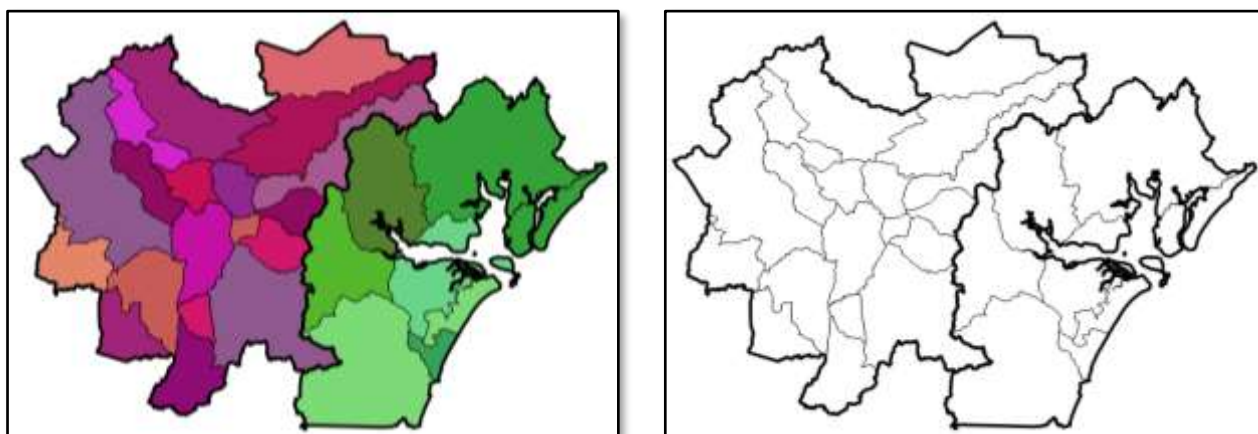


figura 26 Propriedades do plano: a presença de linhas com diferentes espessuras indica a existência de diferentes níveis de compartimentação.

No caso acima, o uso da cor para representar as unidades espaciais é supérfluo, uma vez que o efeito de descontinuidade promovido pelas linhas divisórias com diferentes espessuras (noção de continuidade) já é suficiente para transmitir a ideia de distinção e formação de grupos.

4 Linguagem gráfica

A tradução da informação para a forma gráfica deve observar a relação existente entre o significado cognitivo (nível de organização), as características das variáveis visuais e, as propriedades do plano.

Variáveis visuais ou da **retina** correspondem a signos utilizados para a tradução da informação para o formato gráfico. Seis foram as variáveis apresentadas por Bertin (1967), para o processo de comunicação gráfica: o tamanho, o valor, a granulação, a cor, a orientação e a forma. Estas variáveis foram revistas por outros autores como Robinson et al. (1995), MacEachren e Taylor (1994), Slocum (1999), Slocum et al. (2008) e Dent et al. (2009) elevando seu número para treze. Algumas das novas variáveis são na verdade subdivisões, adaptações ou novas nomenclaturas para as seis apresentadas por Bertin (1967).

A semiologia gráfica e as variáveis visuais correspondem à gramática da comunicação gráfica. Estabelecem as relações entre os estímulos visuais e os significados mentais que estes produzem, ou seja, definem a relação entre signo e significado.

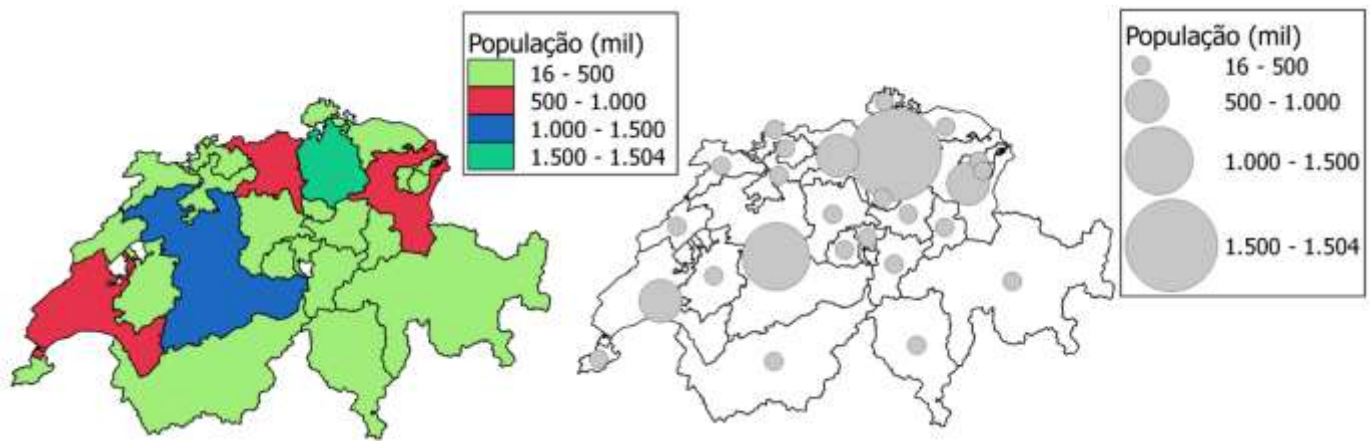


figura 27 A esquerda, o uso equivocado das variáveis visuais (cor: matiz) para traduzir a ideia de quantidade e, a direita, uso correto (tamanho) - Fonte: Adaptado de Bertin (1967) (Elaboração: Huriel R. Reichel).

Quando a informação a ser transmitida possui significado de quantidade (por exemplo), a variável visual a ser utilizada deve produzir um estímulo visual compatível com a mensagem. Neste caso, a variação na cor (figura 27 - esquerda) é um estímulo visual que não produz significado compatível com a mensagem e, por isso, não permite ao leitor entender a mensagem que se deseja transmitir. Variações no tamanho (figura 27 - direita), estimulam a retina e produzem significado compatível com a mensagem transmitida. Por este motivo, mesmo não apresentando a legenda, fornecem ao leitor uma percepção instantânea da mensagem e da forma de variação do fenômeno no espaço.

Os SIGs permitem que, praticamente qualquer variável visual possa ser utilizada para qualquer tipo de dado a ser cartografado. Contudo, o uso equivocado das variáveis visuais resulta em materiais gráficos sem significado ou com erro.

A transcrição de uma informação para uma linguagem gráfica depende da correta análise dos componentes da informação para evitar ou atenuar a geração de ruídos na comunicação.

Como já foi dito anteriormente, os dados podem apresentar diferentes significados e, para cada um, há um tipo de variável visual que favorece a transmissão e percepção correta da mensagem.

Como se observa na figura 28 o tamanho traduz graficamente a ideia de quantidade, que nesse caso, corresponde a população de cada localidade.

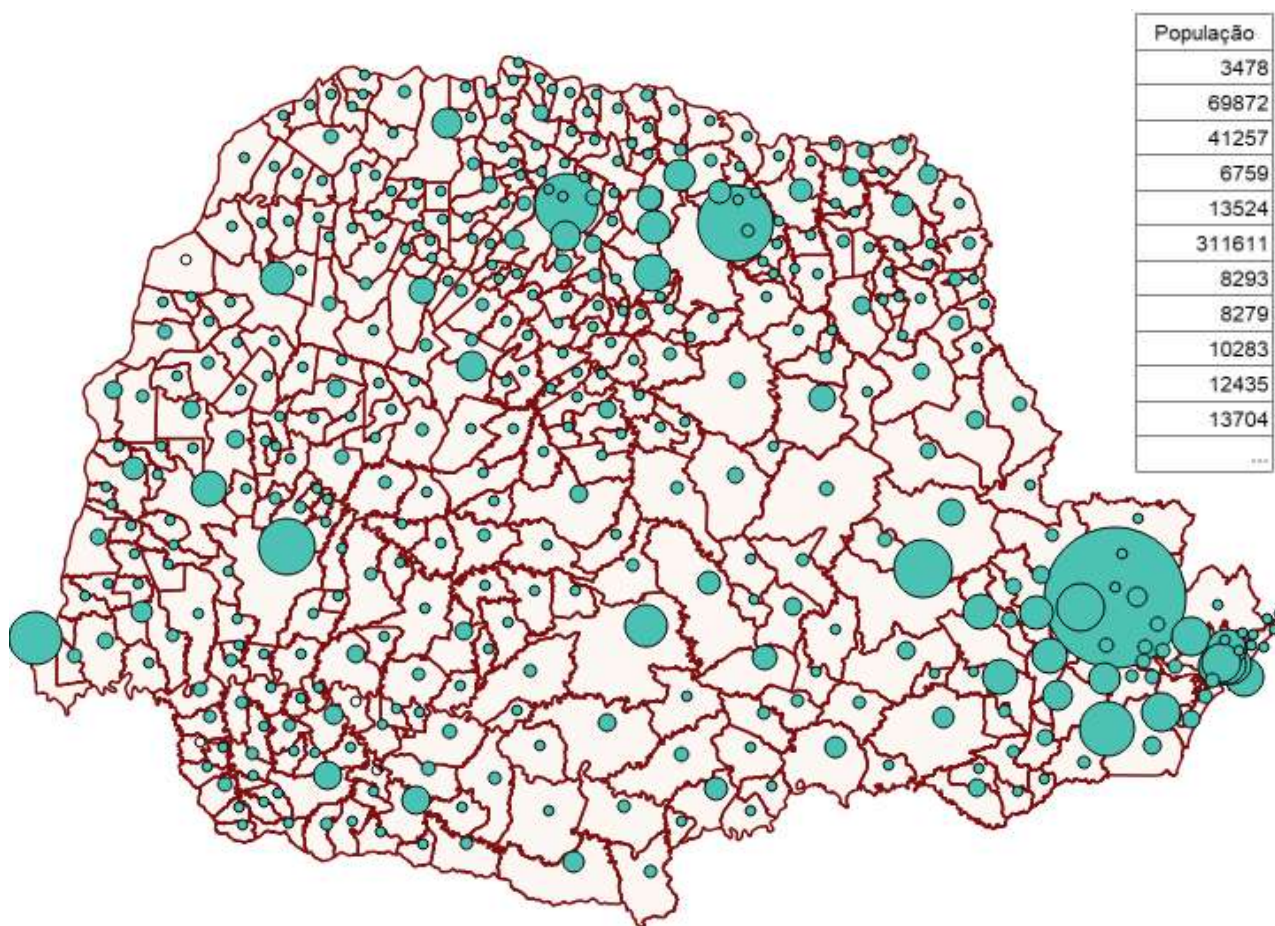


figura 28 Variável (campo de atributo: População total – Quantidade – a esquerda) e, variável visual Tamanho (direita).

4.1 Variáveis Visuais

A seguir são apresentadas as variáveis visuais, já considerando as diferentes propostas observadas na literatura e suas nomenclaturas.

4.1.1 Tamanho (*Size*).

São variações do grande ao pequeno, alterando-se o tamanho dos símbolos, sem que ocorra alteração na forma. Esta variável serve principalmente para traduzir a ideia de quantidade (dados quantitativos - Q), como por exemplo, a população. Mapas temáticos que empregam a variável visual tamanho, implementada de forma pontual são denominados de Mapas de Símbolos Proporcionais.

A variável visual tamanho pode ser utilizada, também, para transmitir a ideia de ordem ou hierarquia, como a exemplo: Rodovia Federal, Estadual e Municipal.

4.1.1.1 *Tamanho: variações.*

A variação no tamanho das figuras deve ser proporcional ao valor do dado (quantidade expressa) ou a sua importância na escala hierárquica da qual faz parte. Quando a representação gráfica se faz pelo uso de figuras geométricas (quadrados, circunferências, triângulos, etc.) ou pictogramas (figuras que possuem associação visual com o tema), a relação de proporção pode ser feita, também, em função da variação de um dos lados do objeto desenhado, sendo que, no caso de circunferências a variação pode ser feita ainda, em função do raio.

As variações de tamanho podem ser lineares ou exponenciais. Em uma escala linear, se uma figura possui 1mm de lado ou raio e este valor corresponde a, por exemplo, uma tonelada de alimentos produzidos, duas toneladas de alimentos serão representadas pela mesma figura, entretanto com 2mm de lado ou raio.

Nas escalas exponenciais, as variações de tamanho podem ser de ordem quadrática, quando o valor a ser representado é proporcional a área ocupada pela figura; cúbica, quando o valor a ser representado é proporcional ao volume ou, empregar um outro expoente qualquer.

Quanto maior o expoente menor será a diferença de tamanho entre a maior e a menor figura presente no mapa. Este recurso pode ser utilizado quando as diferenças de valores entre os dados a serem representados for muito grande. Contudo, promoverá um "achatamento" visual dos dados.

ARCGIS® e QGIS® possibilitam ao elaborador do material gráfico definir o tamanho da maior e menor simbologia a ser utilizada. Neste caso, cria-se uma "rampa" sob a qual todos os demais valores serão dimensionados (figura 29 e figura 30).

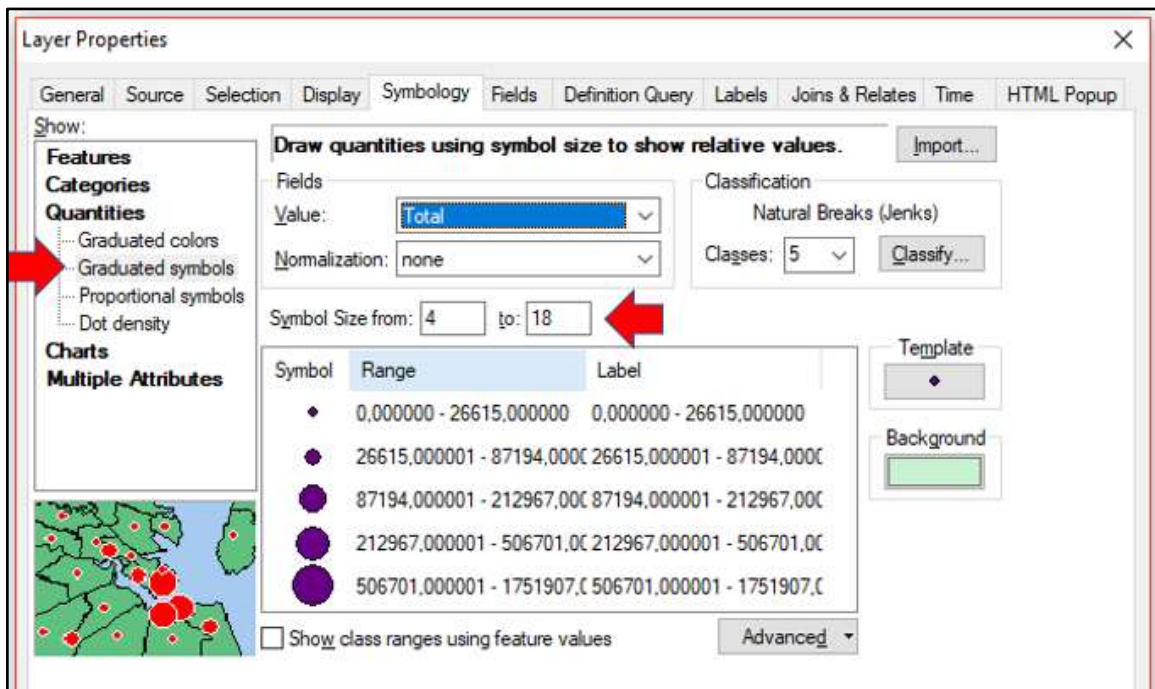


figura 29 Variável visual Tamanho: ajuste da rampa de valores. ARCGIS®.

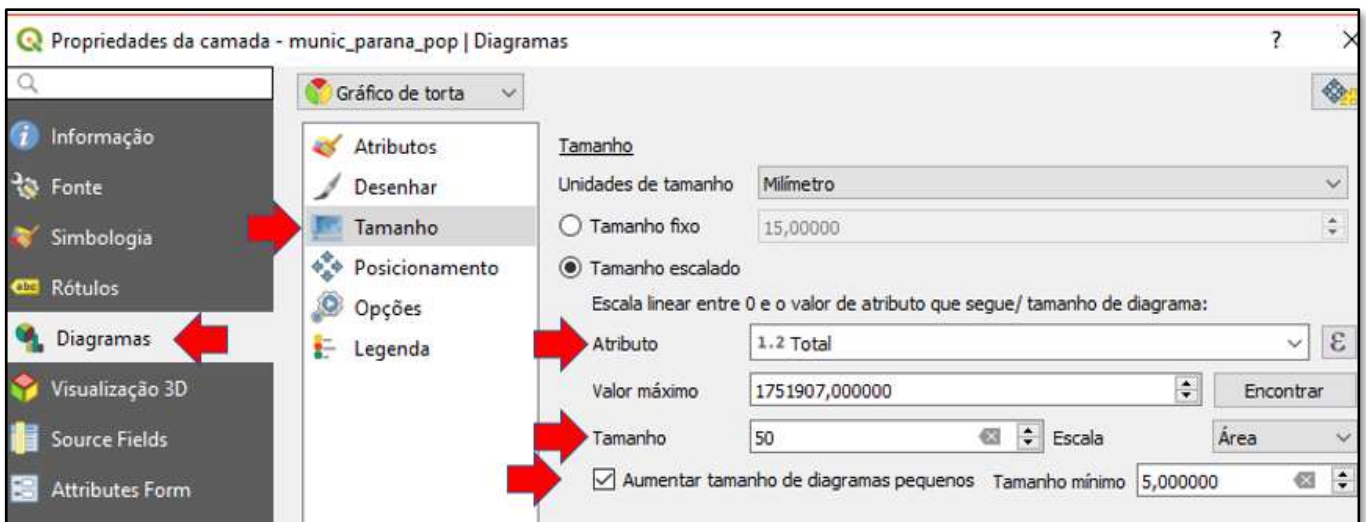


figura 30 Variável visual Tamanho: ajuste da rampa de valores. QGIS®.

Cabe observar, que quando a relação de proporção entre o valor a ser representado e o tamanho do objeto desenhado se der por uma escala cúbica (volume) ou com expoente maior, esta relação não será perfeitamente percebida pelo usuário do mapa, uma vez que o mapa é um objeto plano (bidimensional), o que limita a representação e percepção de objetos tridimensionais (x, y e z) como a exemplo, uma esfera ou um cubo.

O uso de expoente maior que dois pode ser funcional quando a diferença de grandeza entre o maior e o menor valor a ser representado (amplitude) não permitir a representação gráfica de todos os valores em um mesmo mapa empregando expoente 2 (quadrática – proporcional a área).

Para exemplificar a impossibilidade de uso de uma escala linear ou quadrática, pode se citar o caso da representação em um único mapa da população dos municípios do estado de São Paulo para o ano de 1996. Tendo o menor município população de 768 e o maior de 9.839.066 de habitantes (conforme IBGE 1996), em uma escala linear se o raio da circunferência do menor valor for igual a um milímetro (1mm), o maior valor a ser representado terá um raio 12.800 vezes maior, ou seja, 12,8 metros.

Empregando uma escala de expoente dois (quadrática) para a mesma situação, seriam obtidos os seguintes valores: se para a menor população a ser representada, fosse utilizado um raio de um milímetro (1mm), ou seja, área de $3,14\text{mm}^2$ correspondendo a 768 habitantes, para o maior dado seria utilizada uma figura com área de 40.247mm^2 , portanto, raio de 11,3cm, o que corresponde a uma circunferência de 22,6cm de diâmetro. Tal dimensão excede a largura de uma folha de papel de formato A4 (21cm x 29,7cm).

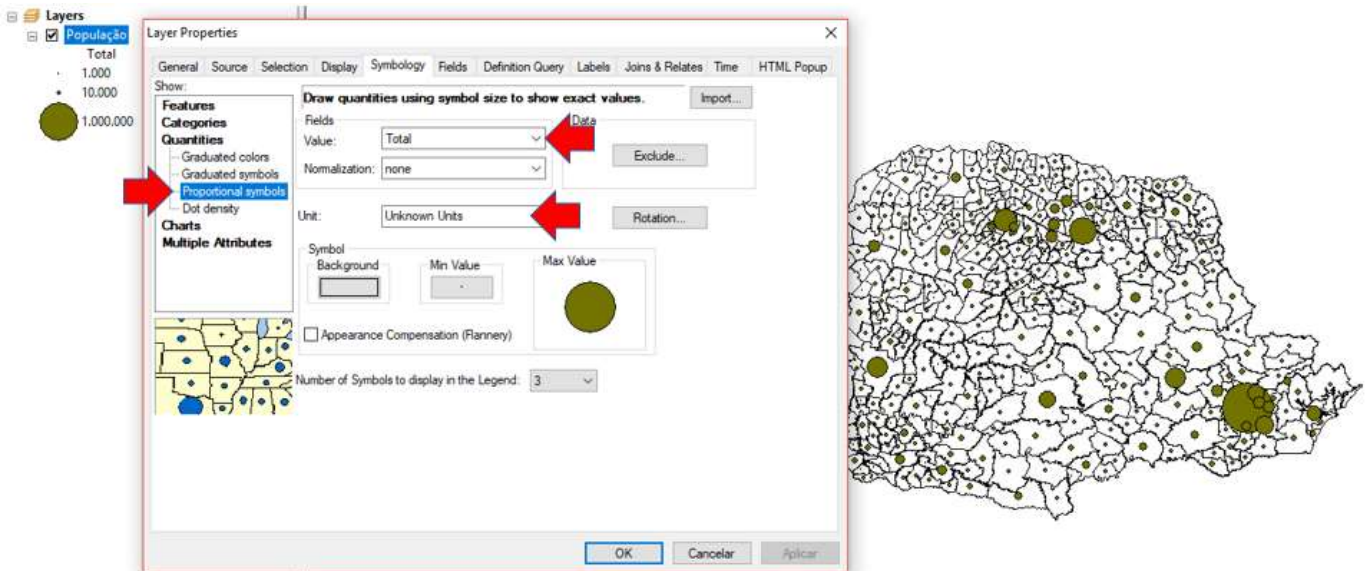


figura 31 Variável visual tamanho - uso de símbolos proporcionais: relação linear. ARCGIS®. Possibilidade de escolha da unidade de medida.

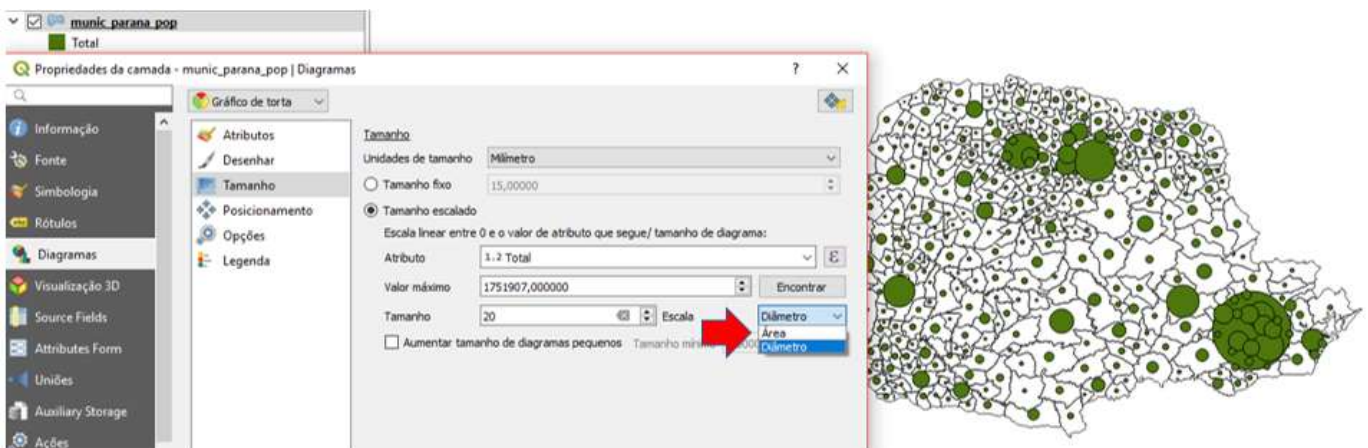


figura 32 Variável visual tamanho - uso de símbolos proporcionais: relação linear. QGIS®. Possibilidade de escolha da relação de proporcionalidade.

A figura 31 apresenta a variação no tamanho das circunferências proporcional a uma escala linear o que resulta, visualmente, na atribuição de figuras pequenas (as vezes imperceptíveis) para os dados de menor valor e, figuras grandes para os dados de maior valor.

A figura 32 apresenta a variação no tamanho das circunferências proporcional à área ocupada pelas mesmas (relação quadrática). Nesta relação de equivalência observa-se que há uma redução na diferença entre o tamanho da circunferência do município

de maior e em relação ao de menor população. Esta redução se dá por ser a relação de proporção das grandezas dos valores associada à área e não mais a uma escala linear.

Esta relação de proporção apresenta a melhor relação visual para as grandezas apresentadas, uma vez que é possível perceber, pelas figuras apresentadas, a real proporção de grandeza existente entre o tamanho da população do maior e menor município.

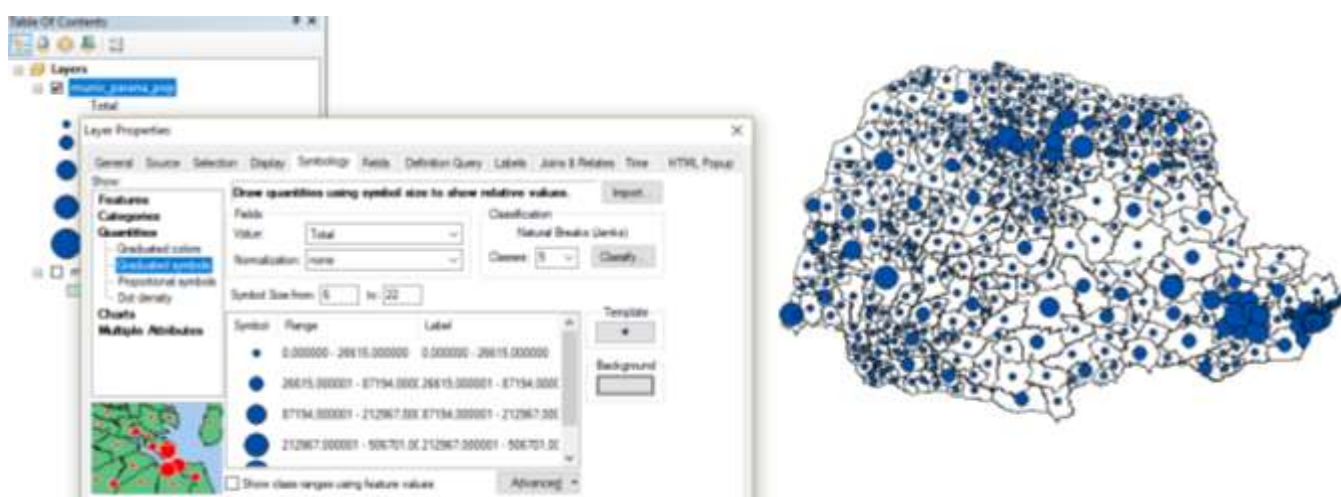


figura 33 Variável visual tamanho: relação não definida. ArcGIS®.

A figura 33 apresenta a variação no tamanho das circunferências proporcional a uma escala logarítmica (não definida), por exemplo, de base 10 (\log_{10}). Observa-se neste mapa, que a diferença de tamanho entre a figura que representa a maior e a menor população é reduzida, sugerindo que a diferença populacional (ou dos valores apresentados) entre estes não é tão significativa.

Neste caso a percepção visual da diferença no tamanho da população dos municípios fica comprometida, uma vez que o tamanho das figuras utilizadas sugere uma proximidade de valor que não é real.

Outras escalas logarítmicas podem ser utilizadas aproximando ainda mais o tamanho da maior e menor figura representada. Tais variações, que podem induzir interpretações diferentes acerca de um mesmo dado, não possuem uma regra de uso definida, ficando a critério do elaborador do mapa escolher a que mais se aproxima da realidade existente ou, aquilo em função daquilo que se deseja informar.

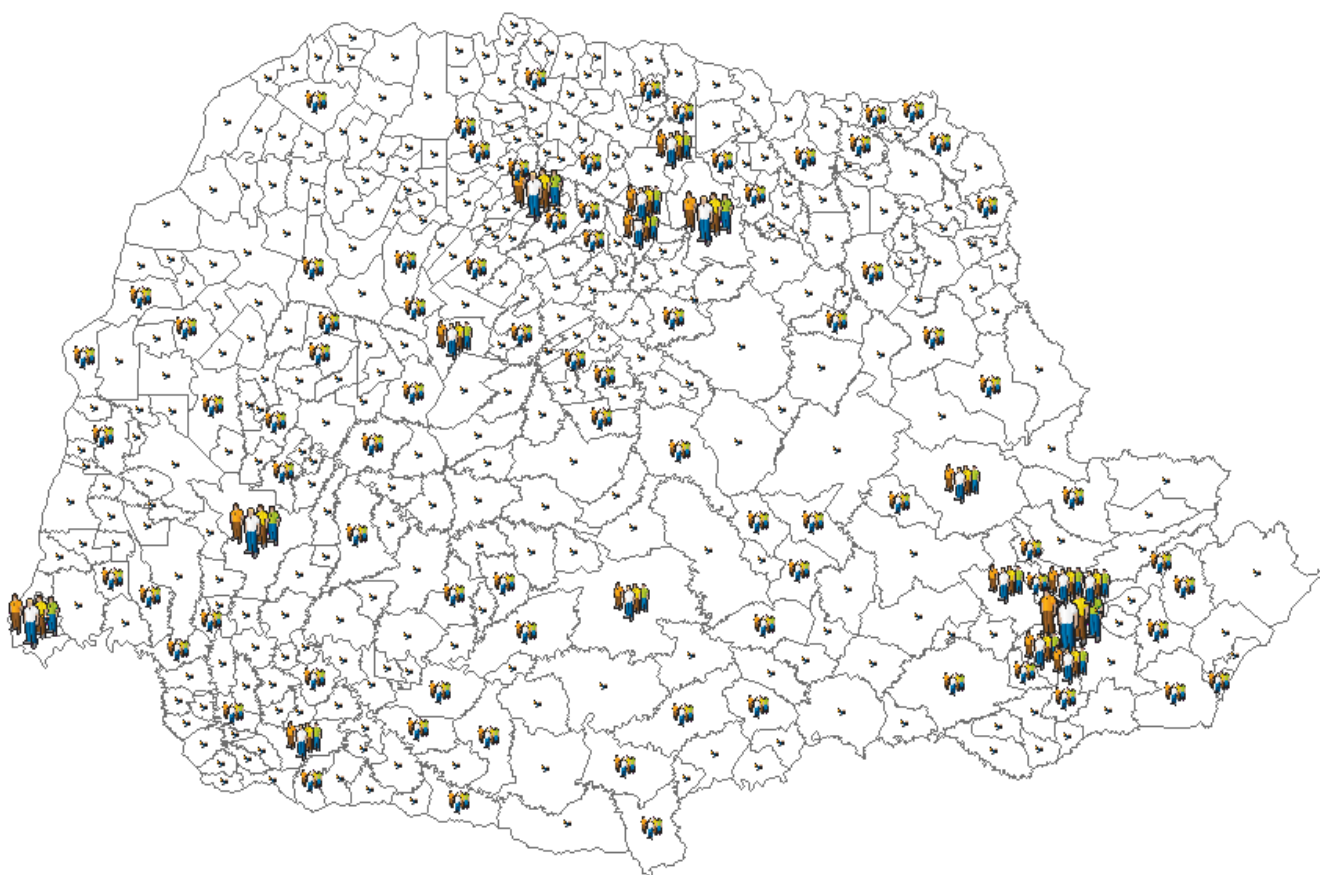


figura 34 Variável visual tamanho – uso de pictograma.

A figura 34 apresenta a variável visual tamanho associada a um pictograma, sendo este sujeito às mesmas regras de variações utilizadas nos mapas anteriormente apresentados.

Deve-se observar que quando a variável visual tamanho é implantada no mapa de forma pontual para representar um

fenômeno de ocorrência zonal, esta representação pode fornecer aos leitores o entendimento de que todo o fenômeno se encontra concentrado apenas no local aonde o ponto foi implantado.

Exemplo: em mapas de símbolos proporcionais a população é representada por um ponto localizado, em geral, no centro do polígono, contudo a mesma se distribui espacialmente, a princípio, sobre praticamente todo o território.

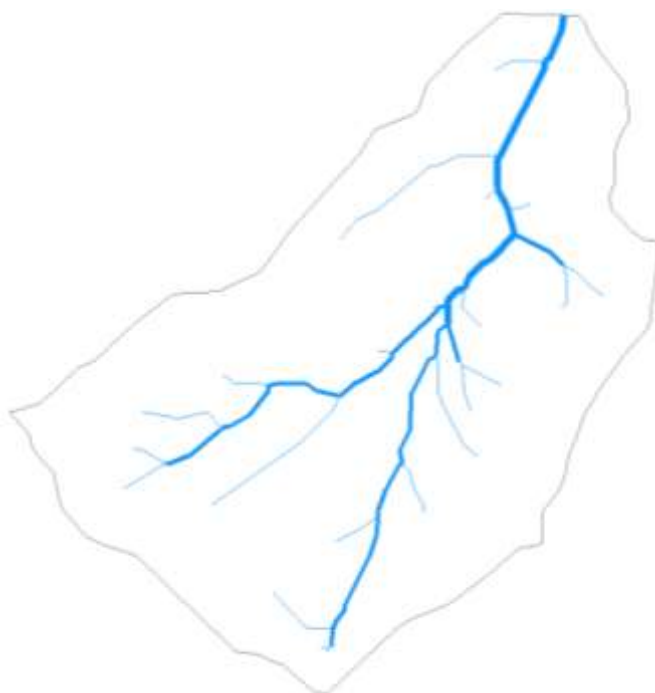


figura 35 Variável visual tamanho – linear – (Elaboração: Huriel R. Reichel).

A figura 35 ilustra o uso da variável visual tamanho, implantada de forma linear. Este tipo de aplicação é baseado também no uso de escalas lineares ou logarítmicas e, em caso de apresentação de muitos temas, pode dificultar a percepção pelo usuário ou gerar ruído na comunicação.

Cabe destacar que a variável visual tamanho implantada de forma linear pode traduzir a ideia de ordem ou hierarquia.

Além das formas de implantação pontual e linear, a variável visual tamanho pode ser utilizada para implantação de forma zonal. Neste caso, os mapas produzidos recebem o nome de **anamorfose**, uma vez que a área ocupada pelos polígonos que fornecem os limites espaciais do fenômeno é deformada proporcionalmente em relação ao valor do atributo a ser representado.



Figura 36: Anamorfose: variável visual tamanho – modo de implantação zonal.

<http://meioambiente.culturamix.com/ecologia/anamorfoses-geograficas>

Apesar de muito usual em livros didáticos, a anamorfose pode resultar em traduções gráficas complexas e dificultar a aquisição da informação pelo usuário.

4.1.2 Cor

A COR é um dos recursos visuais mais utilizados em mapas temáticos e demais materiais gráficos. A denominação cor pode ser encontrada associada a ideia de matiz (*hue*), saturação (*saturation*)

ou brilho (*lightness*), a depender do autor e área de conhecimento. Desta forma, a terminologia cor na concepção de Bertin (1967) corresponde às variações de matiz (Cor = Matiz) na concepção de Slocum *et al.* (2008).

A cor apresenta três instâncias: matiz, saturação e valor, as quais são utilizadas para diferentes contextos e finalidades. Podem ser utilizadas para traduzir as ideias de Seletividade dissociativa, associativa ou de Quantidade e Ordem.

4.1.3 Cor: matiz (*Hue*)

A Cor: matiz (ou somente cor na concepção de Bertin, 1967) corresponde às variações das cores propriamente ditas e em meio digital, é obtida principalmente a partir de variações nos valores de H (*Hue*) para os modos de cor HSV e HSL. É utilizada para traduzir a ideia de seletividade dissociativa.

A cor: matiz também pode ser obtida a partir de combinações nos modos de cor RGB (*Red, Green e Blue*) e/ou, de combinações de H, S e V (*Hue, Saturation e Value*) ou H, S e L (*Hue, saturation e Lightness*).










Dados Seletivos: Característica Dissociativa - $A \neq B \neq C$		Possibilidades de implementação: Variáveis Visuais		
ID	Campo de atributos tipo: Texto (excepcionalmente numérico)	Ponto Cor: Matiz	Linha Cor: Matiz	Polígono Cor: Matiz
1	A			
2	B			
3	C			

figura 37 Ideia de Seletividade Dissociativa $S \neq$ e variável visual cor: matiz - Adaptado de Sampaio e Brandalize (2018).

A figura 37 apresenta dados fictícios em um campo de atributos e a variável visual cor: matiz com implantação pontual, linear e zonal (geometrias: ponto, linha e polígono).

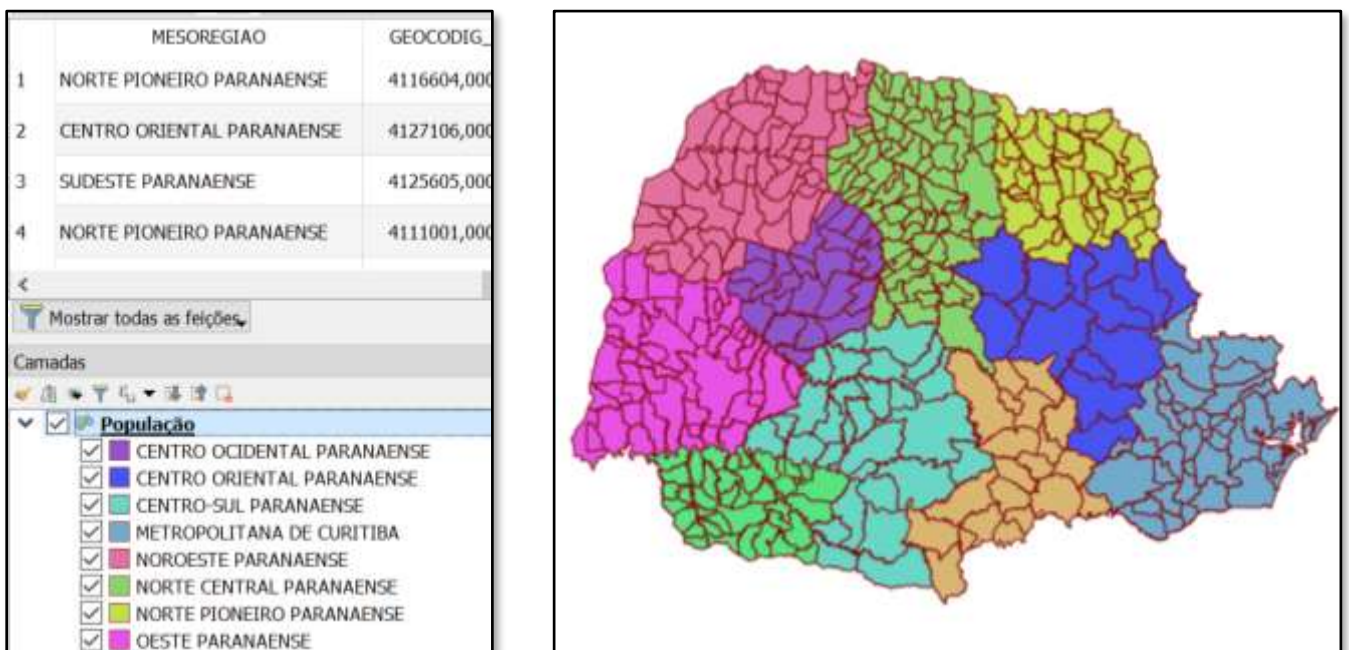


figura 38 Exemplo de aplicação - atributo Mesorregião (ideia de seletividade dissociativa) - cor: matiz - modo de implantação zonal (geometria: polígono).

Apesar da proposição de Slocum (1999) quanto ao uso da cor: matiz para traduzir a ideia de quantidade, de modo geral esta variável visual não se aplica à representação de dados quantitativos ou ordenados. Contudo, pode ser utilizada para este fim quando o material gráfico apresenta reduzido número de matizes e, as diferenças nos valores do matiz forem pequenas (valores próximos). Cabe observar, também, que esta forma de aplicação (cor: matiz para traduzir a ideia de quantidade) não é possível em qualquer faixa do espectro de cores.

Para facilitar a assimilação dos objetos mapeados, a cor: matiz pode ser associada à cor preponderante dos elementos a serem representados. Por exemplo, a cor amarelo pode ser utilizada no símbolo (ícone) que representa o cultivo soja ou para o mineral ouro. Ainda, a variável visual cor: matiz pode ser associada a variável forma ou forma pictórica, para facilitar, ainda mais, a percepção dos temas em um mapa (figura 38 figura 39).

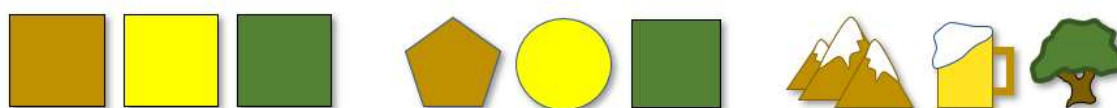


figura 39 Somente cor: matiz (esquerda) e, associações com a variável visual forma geométrica (centro) e forma pictórica (direita).

Outra opção para o uso desta variável é a utilização de cores diametralmente opostas na rosa cromática, conforme sugere Duarte (2002).

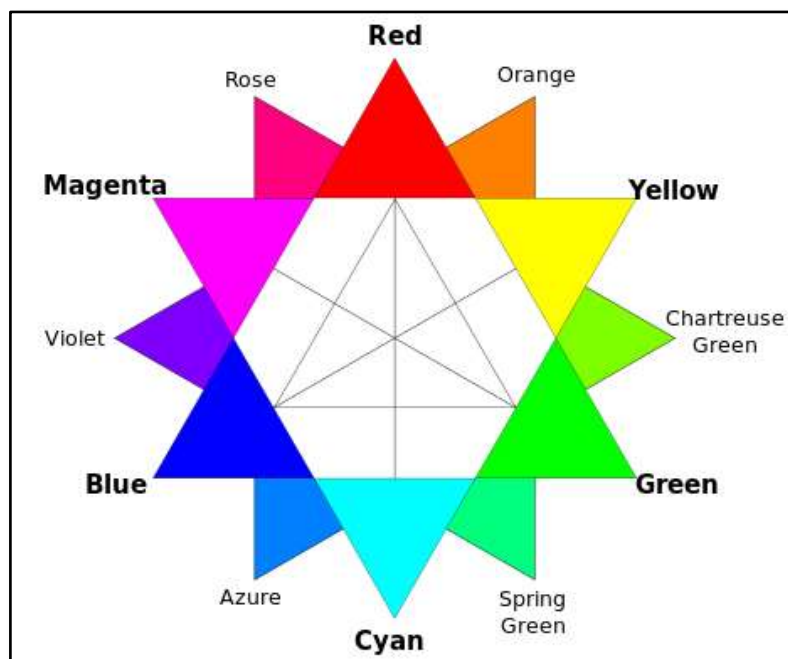


Figura 40: Rosa cromática.

Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/ab/RGB_color_wheel.svg/500px-RBG_color_wheel.svg.png

Tal uso busca evidenciar a distinção entre os elementos mapeados, evitando-se o uso de cores próximas, uma vez que a vista humana difere um número reduzido de cores em um mapa. Apesar da capacidade dos monitores (telas de computadores, televisores, *tablets* e celulares) produzirem/emitem um número significativo de diferentes cores, os estudos mostram que os usuários possuem capacidade de diferir de 7 a 12 variações de cores em meio digital (CUBAS e SAMPAIO, 2000 e CUBAS, 2015).

Softwares de SIG, como a exemplo o QGIS® e o ArcGIS®, permitem a edição e manipulação da cor: matiz, tanto para os modos de cores RGB, quanto HSV ou HSL (figura 41).

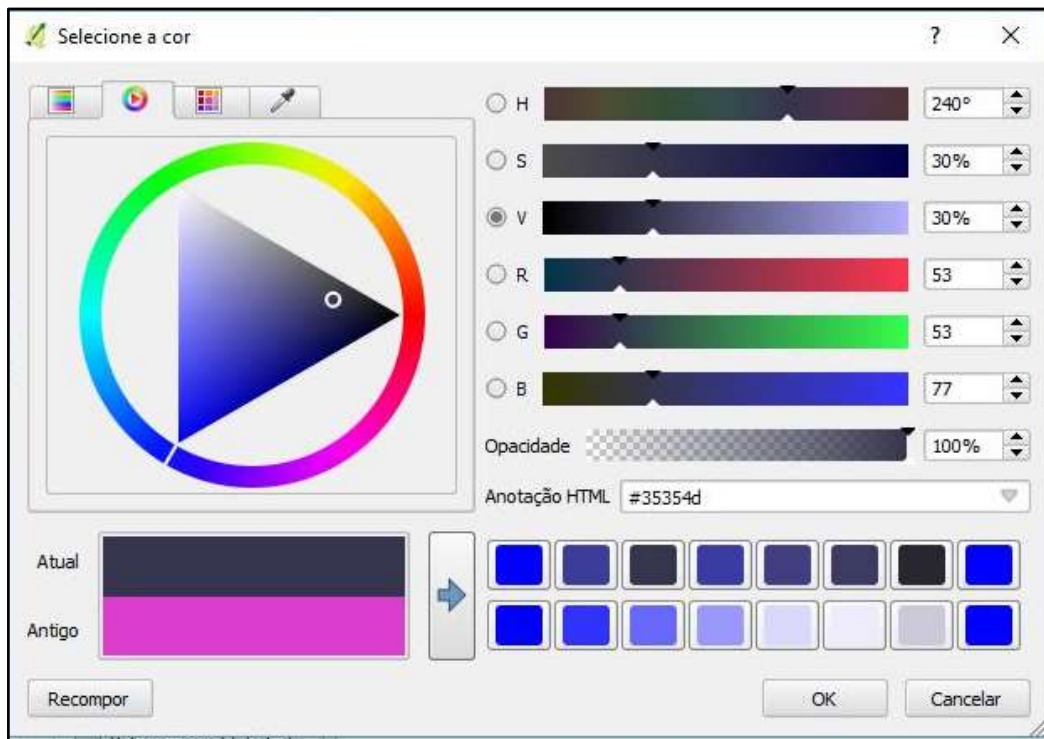


figura 41 Caixa para manipulação da cor – QGIS® e triângulo para seleção de cores.

A cor: matiz apresenta bons resultados para representação de informações em qualquer formato de implantação: zonal, pontual ou linear.

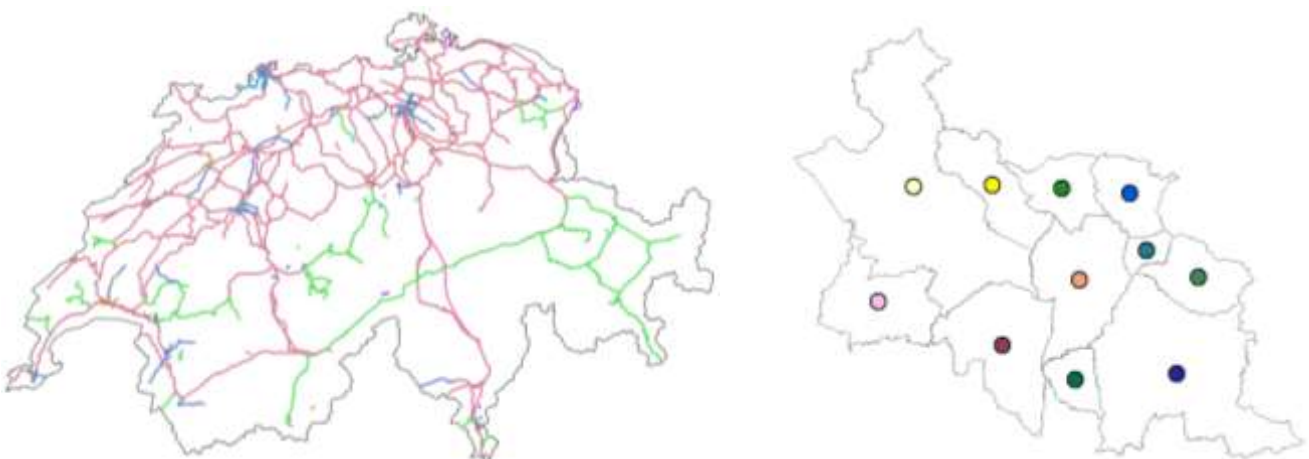


figura 42 Variável visual cor: matiz (linear e pontual) (Elaboração: Huriel R. Reichel).

Quatro observações podem ser feitas sobre o uso da variável visual cor: matiz. A primeira diz respeito à reprodução do mapa. A reprografia em preto e branco pode impossibilitar o entendimento do mapa por transcrever cores diferentes em tons de cinza

próximos. O material xerocado (fotocopiado) em tons de cinza pode sugerir a existência de uma ordem ou hierarquia (variável visual cor: valor), quando na verdade os elementos apresentados possuem qualidades diferentes. Este cuidado deve ser tomado quando o material gráfico necessita ser reproduzido sem cores, ou ainda, quando se considera o uso por pessoas que apresentem diferentes tipos de daltonismo.

A segunda observação diz respeito à associação mental de uma cor a um objeto ou assunto, ou seja, a necessidade de considerar o significado psicológico que cada cor possui (GUIMARÃES, 2001). Apesar de nenhum matiz de cor possuir significado universal, o significado psicológico das cores deve ser levado em consideração durante a confecção do mapa. Em determinadas situações a cor pode dificultar ou produzir percepção inversa para informação transmitida.

Como exemplo pode-se citar um mapa dos locais de acidentes de trânsito com e sem vítimas fatais. Caso o elaborador do mapa utilize a cor vermelha para os acidentes **sem** vítimas fatais e o verde, por exemplo, para acidentes **com** vítimas fatais, poderá gerar ruído na comunicação. Isto porque, em geral, associa-se a cor vermelho a elementos, aspectos e eventos negativos (ambulância, semáforo, nota escolar, etc.).

A terceira observação é que o emprego de cores diferentes das usualmente utilizadas em certas convenções cartográficas pode gerar ruído na comunicação, como no caso das estradas e da

hidrografia para os quais são utilizados, respectivamente, o vermelho e o azul.

Por fim, é importante lembrar que determinados mapas temáticos possuem referências de cores padronizadas que devem servir de guia para representação de temas correlatos, como, a exemplo, solos e da vegetação.

4.1.4 Cor: valor (ou *lightness*, ou brilho)

São as variações do branco ao preto, passando pela escala do cinza (acromática) ou, de um ou mais cromas. A variável visual cor: valor é apresentada por Bertin (1967) como valor e, corresponde a variável visual brilho (*lightness*) apresentada por Slocum (1999) e, por outros autores.

A variável visual valor ou cor: valor se aplica à tradução de dados que apresentam naturalmente ordem e/ou hierarquia (dados ordenados - O) e, de dados quantitativos, preferencialmente quando apresentam quantidades relativas Q_{rel} e normalizadas Q_{nor} . Como exemplo, pode se citar: o pequeno, o médio e o grande (dados que expressam uma ordem de grandeza), os anos de 1970, 1980 e 1990 (dados que expressam uma ordem temporal e, a densidade demográfica (relação entre população e área).

A percepção do **valor** enquanto variável visual se dá pela variação na intensidade da cor, quando **valores fortes e fracos** ou **quentes e frios** são representados em uma escala graduada de intensidade. Este efeito visual pode ser obtido por diferentes meios.

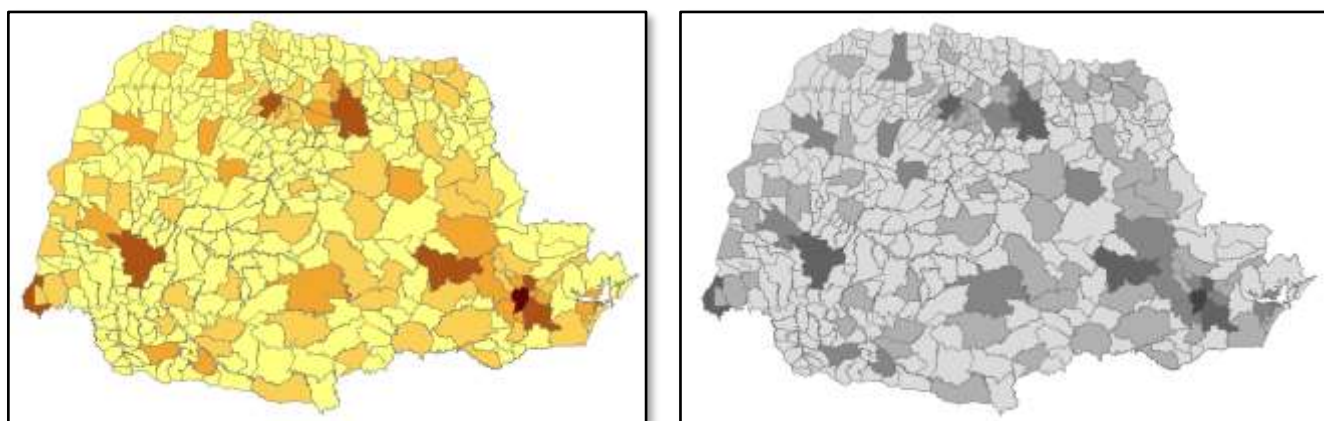


figura 43 Variável visual cor: valor (zonal).

Observa-se, na figura 43 que as escalas monocromáticas (tons de marrom a esquerda) e acromáticas (tons de cinza a direita) permitem a percepção da hierarquia dos municípios pela visualização e diferenciação dos pequenos (tons mais fracos), médios e grandes (tons mais fortes).

Enquanto Martinelli (1991) adverte que a percepção do valor é obtida pelas modulações de uma só cor de base, ou seja, pelo uso de escalas monocromáticas e, Bertin (1967) afirma que mudanças no matiz alteram a percepção do valor, indicando a presença de dados seletivos (qualitativos), Slocum (1999) apresenta a possibilidade de se obter a percepção do valor a partir de alterações no matiz e, (BREWER; HATCHARD; HARROWER, 2003) apresentam propostas de obtenção do valor combinando diferentes matizes e tonalidades.

Apesar de contraditórias, todas as proposições apresentadas possuem fundamentações corretas e, demandam uma análise mais detalhada para correta aplicação da variável visual cor: valor.

Sampaio e Brandalize (2018) advertem que as formas de obtenção do valor, a partir de combinações e/ou variações de

matizes devem ser feitas com cuidado, uma vez que, dependendo da intensidade da variação, a percepção do valor, enquanto variável visual, pode ser perdida (figura 44).

Variações no matiz: distância em H de 40 pontos



Ideia de Seletividade dissociativa (e/ou associativa)

Variações no matiz: distância em H de 20 pontos



Ideia de quantidade – efeito *hot do Cold*

Variações no matiz: distância em H de 10 pontos



Ideia de quantidade ou ordem – similar a cor: valor

figura 44 Efeito visual da variação nos valores de matiz H (hue) nos modelos de cor HSV ou HSL (adaptado de SAMPAIO e BRANDALIZE, 2018).

Quando o elaborador do mapa realiza alterações somente nos valores de H (*Hue* ou matiz propriamente dito), estas podem gerar diferentes significados cognitivos. Variações de matiz (H) em intervalos iguais ou maiores do que 30 (figura 44) produzem o significado cognitivo de Seletividade Associativa ou Dissociativa. Alterações nos valores de H com intervalos de 20 pontos podem produzir (centro) a ideia de quente-frio e, variações de 10 pontos podem produzir a ideia de graduação (valor). Nesses dois últimos casos (quente-frio e valor), a percepção irá depender da faixa do espectro na qual ocorrerem estas variações.

O uso desta variável, em representações pontuais e lineares, exige um pouco mais de atenção do elaborador do mapa uma vez que podem **não** apresentar bons resultados, e em geral não apresentam, se forem utilizados objetos cujo tamanho ou espessura não permitam uma boa distinção visual entre os mesmos.

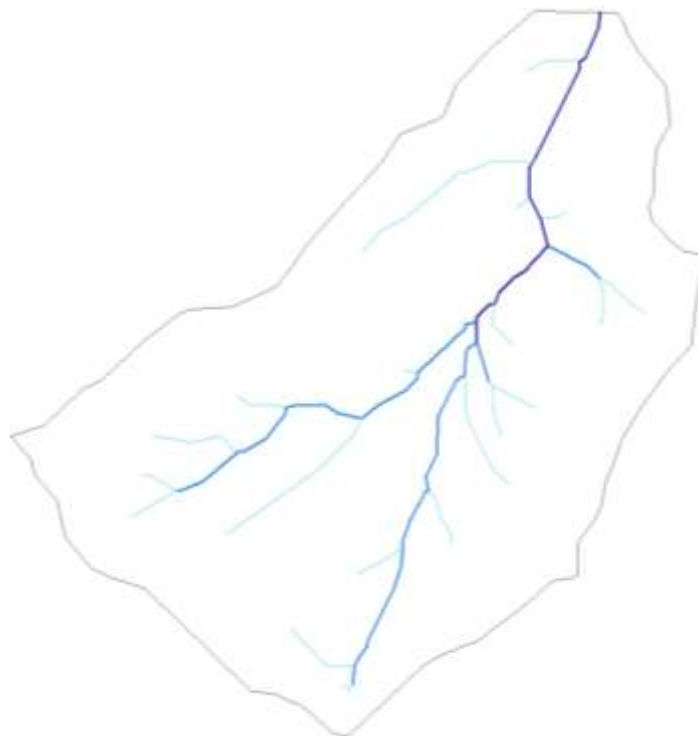


figura 45 Variável valor – modo de implantação linear (Elaboração: Huriel R. Reichel).

Conforme se observa na figura 45, a variável visual valor implantada de forma linear, não apresenta bons resultados, pois, as linhas finas utilizadas na representação não permitem a percepção correta do valor e das quantidades associadas às mesmas.

Apesar das variáveis visuais tamanho e cor: valor se aplicarem a representação de dados que expressam quantidade, o tamanho é mais recomendado quando os valores a serem representados expressam quantidades absolutas.

Isto porque, em tese, a variável visual tamanho permite ao usuário comparar as dimensões apresentadas, possibilitando inferir sobre a proporcionalidade dos valores representados.

Contudo, duas observações podem ser feitas sobre esse assunto. A primeira se refere ao fato de que, em geral, o objetivo de um mapa não é apresentar valores absolutos (este tipo de dado é adquirido na tabela). Em geral, mapas e gráficos objetivam fornecer ao usuário a percepção do padrão (espacial ou não) presente no conjunto de dados.

Segundo, que o teste realizado com mais de 400 usuários (PARREIRA, 2013) indicou que os mesmos obtiveram baixa capacidade de estabelecer a correta relação de grandeza existente entre os valores cartografados, tanto em mapas que utilizavam a variável visual tamanho, quanto valor. Contudo, o teste indicou um melhor desempenho para o tamanho.

4.1.5 Cor: saturação (*Saturation* ou Saturação)

A cor: saturação corresponde à adição/subtração do cinza a um matiz de cor. Trata-se de uma variável a ser utilizada preferencialmente para a representação de dados diferentes, porém com associação em subgrupos (Seletividade Associativa). A cor: saturação é obtida a principalmente partir de variações de S e V (simultaneamente) para o modo de cor HSV e, de S para o modo HSL.






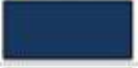









Dados Seletivos Associativos (apesar de $A \neq B$ e C e, $B \neq C$, Aa e Ax formam um subgrupo de dados) + Dados Ordenados ($B1$ e $B2$ correspondem a uma hierarquia)		Possibilidades de implementação: Variáveis Visuais		
ID	Campo: Texto	Ponto Cor: Saturação, associação Cor: Matiz e Forma	Linha Cor: Saturação associação Cor: Matiz e Tamanho	Polígono Cor: Saturação, associação Cor: Matiz e Cor: Valor
1	Aa			
2	Ax			
4	B1			
5	B2			
6	C			

figura 46 Campo de atributos com ideia de Seletividade Associativa $S \equiv$ e variável visual cor: saturação - Adaptado de Sampaio e Brandalize (2018)

A figura 46 apresenta um exemplo de um campo de atributos com dados fictícios que traduzem a ideia de Seletividade Associativa $S \equiv$ e de aplicação da variável visual cor: saturação nos modos de implantação pontual (com e sem associação com tamanho e forma pictórica), linear e zonal (geometrias: ponto, linha e polígono).

A cor: saturação quando implementada de forma pontual ou linear também não apresenta bons resultados, pois a reduzida dimensão dos elementos pontuais e lineares dificulta a diferenciação correta percepção desta variável nos elementos representados.

Dependendo das variações nos valores de saturação (valores de S e V para o modo de cor HSV e, de S para o modo HSL), esta variável visual pode ser utilizada para expressar a ideia de ordem ou quantidade, associadas ou não à pequenas variações no matiz

(conforme se observa nas propostas apresentadas pela pesquisadora Cynthia A. Brewer – figura 48).

Apesar de se tratar de variações na saturação, neste caso o efeito visual resultante se assemelha ao da variável visual cor: valor.



figura 47 Cor: saturação – modo de implantação zonal (geometria: polígono) dados Quantitativos/Ordenados – Q ou O.

4.1.6 Cor: variações

A pesquisadora Cynthia A. Brewer descreveu ainda, a possibilidade do uso combinado de tons quentes e frios para informar situações **antagônicas**. A proposição *hot to cold* pode ser vista como uma variação da variável visual cor: valor e se aplica a representação de dados quantitativos.

A ferramenta disponibilizada em <http://colorbrewer2.org> possibilita a criação de paletas de cores para uso em diferentes tipos de mapas.

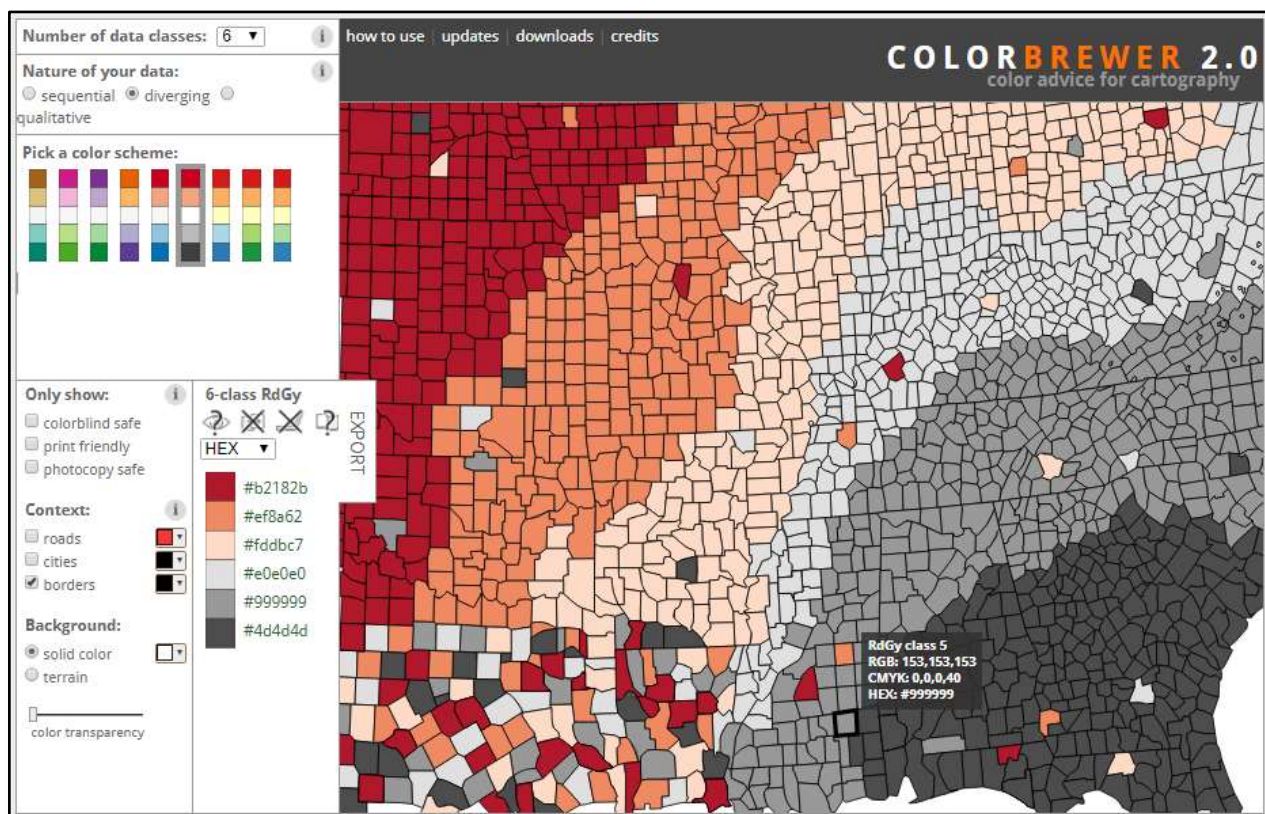


figura 48 Aplicativo para seleção de cores e elaboração de paletas *hot to cold* - Cintia Brewer.

Atlas escolares e outras produções gráficas apresentam ainda, diferentes propostas com variações de intensidades ou matizes de cores que associam a noção de intensidade e diversidade podendo ser denominadas de escalas de valor bicromáticas, tricromáticas ou policromáticas, como o caso do clima e do relevo.

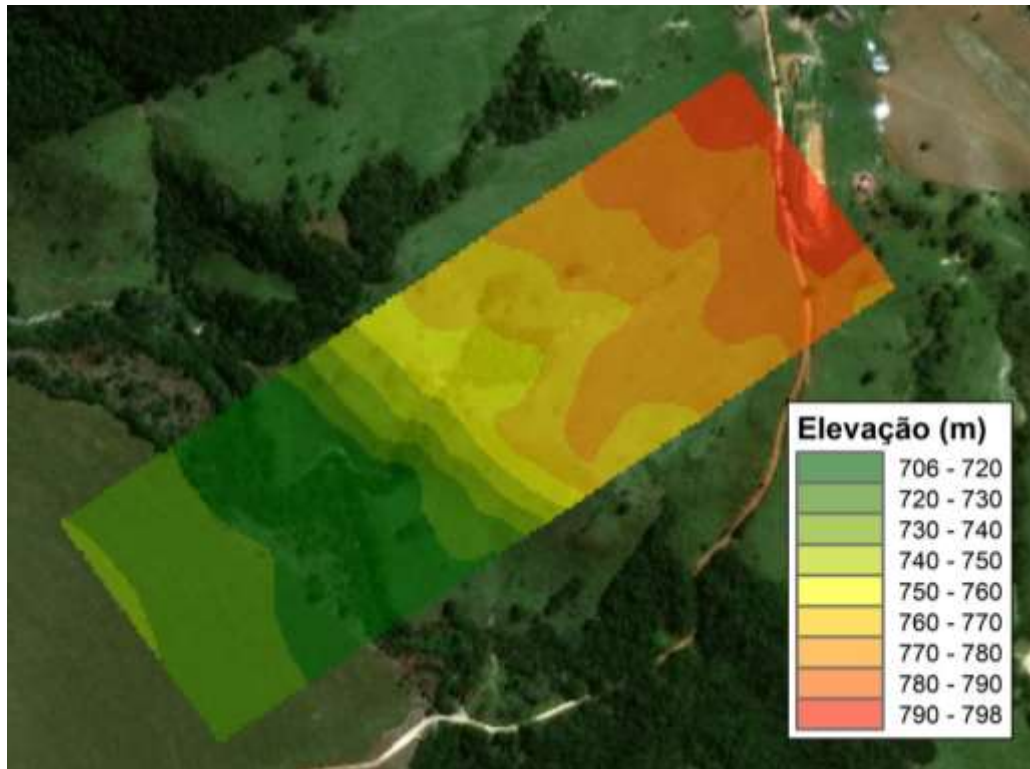


figura 49 Recorte de uma Imagem de satélite com uso da variável visual cor: valor – variação *hot to cold* (Elaboração: Huriel R. Reichel)

A figura 49 apresenta a sobreposição de um modelo interpolado – superfície discretizada - sobre uma imagem de satélite – superfície discreta matricial.

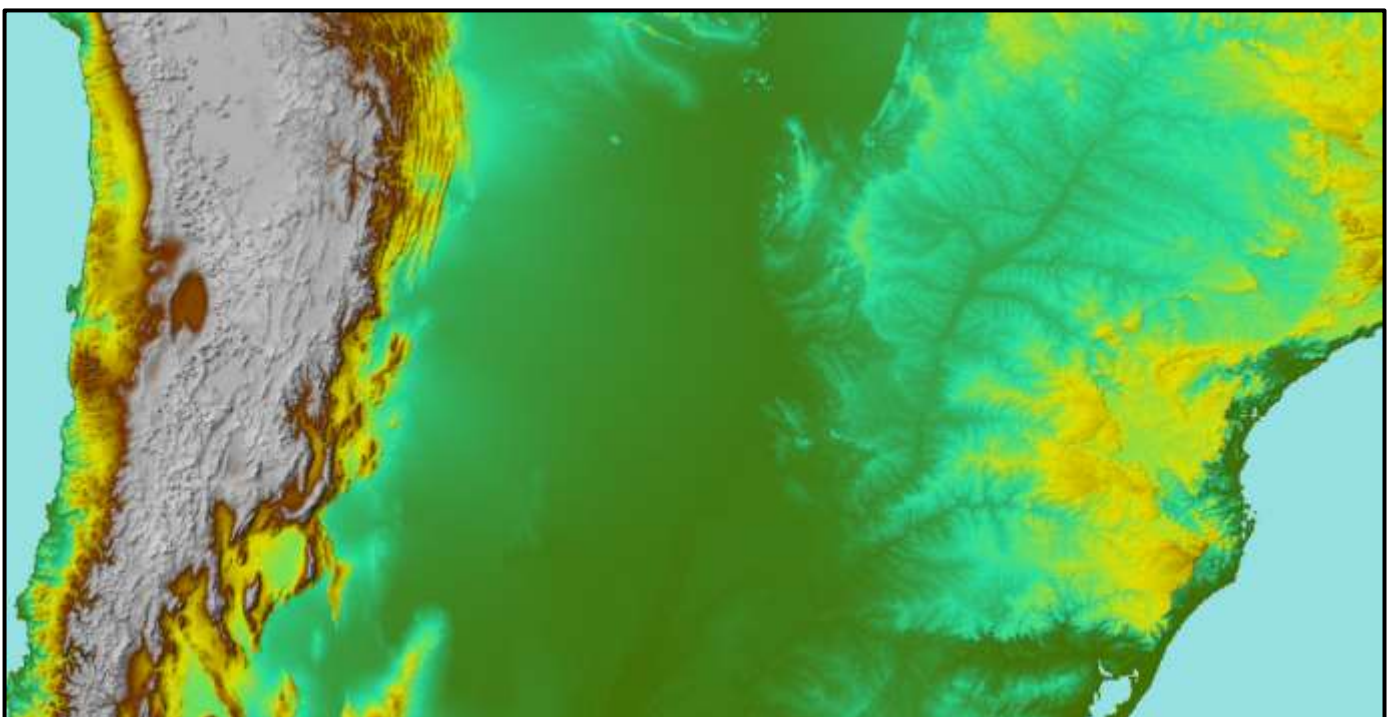


figura 50 Modelo hipsométrico (SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission*)

A figura 50 apresenta um modelo de elevação (SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission*) – superfície contínua - com as variações de valor representadas por diferentes cromas (policromática), com variações de cores frias a quentes e, de quentes a frias novamente (verde, amarelo ao vermelho e, do vermelho ao cinza).

Duas questões demandam atenção para aplicação da variável visual cor: valor com a variação *hot to cold* (ou quente-frio). Em primeiro lugar há que se considerar que esta variação quando aplicada a superfícies discretas com poucas classes de valores, ou com reduzido número de indivíduos espaciais (polígonos), não apresenta bons resultados. Nestes casos, o usuário pode adquirir a percepção de coisas diferentes (Seletividade dissociativa) no lugar de quantidade/intensidade.

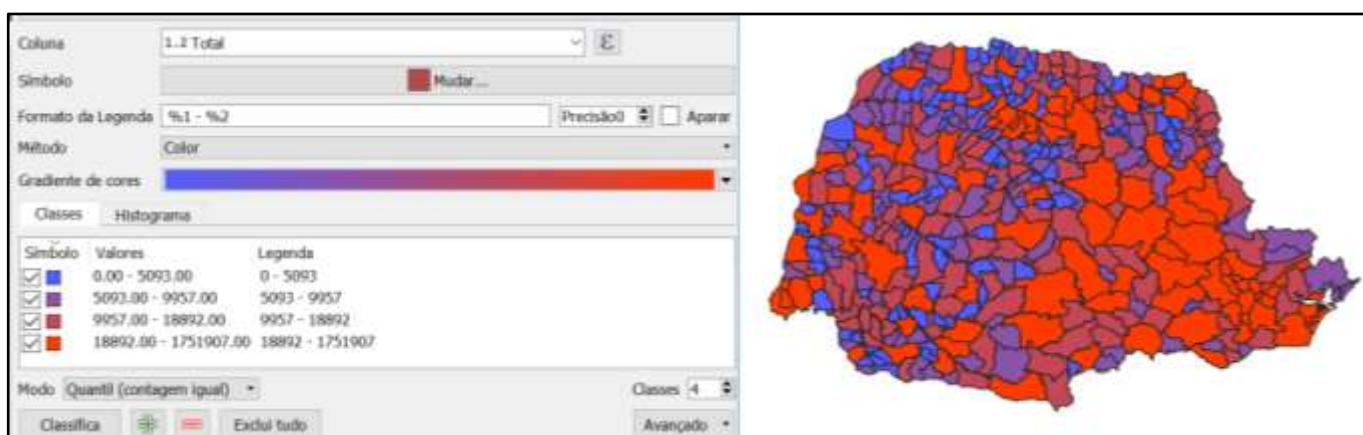


figura 51 Variável cor: valor – variação quente-frio do azul ao vermelho - (interface do QGIS®)

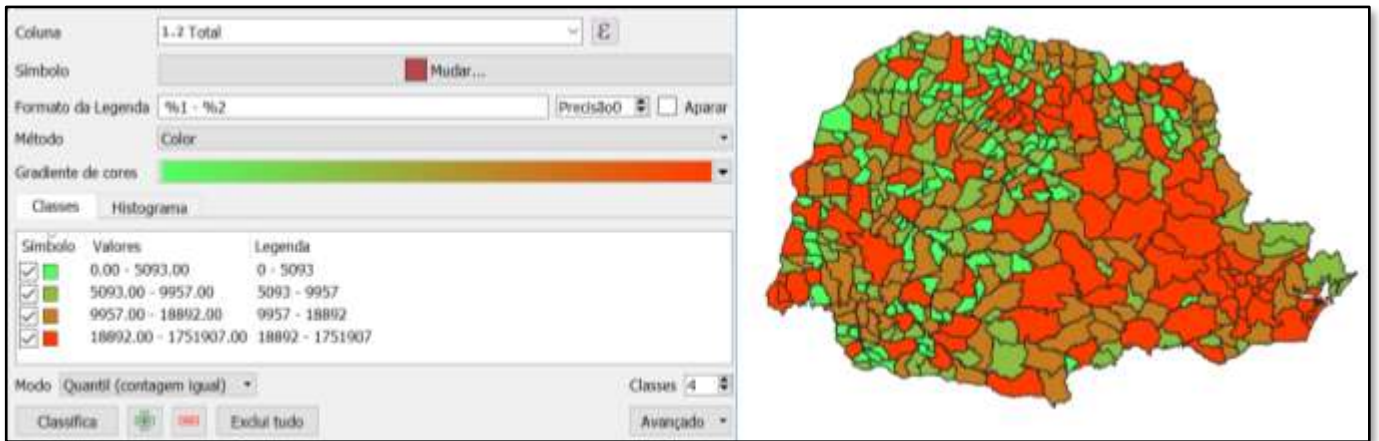


figura 52 Variável cor: valor – variação quente-frio do verde ao vermelho (interface do QGIS®)

As figuras (figura 51 e figura 52) apresentam o uso da variável cor: valor – variação *hot to cold* - modo de implantação zonal (geometria: polígono com o tema em classes discretas de valores) – poucas classes (4), obtendo como resultado a percepção de seletividade.

A segunda questão se refere ao uso da variação *hot to cold*, para temas que efetivamente apresentam situações antagônicas. O efeito visual obtido com o uso da variação *hot to cold* induz no leitor a ideia de fenômenos que se opõe, como: seguro *versus* violento, baixo *versus* alto, conservado *versus* poluído. Por este motivo, não é uma variável apropriada para situações que expressem apenas uma variação ascendente ou descendente de valor.

Resumindo a cor:



figura 53 Variável visual cor: nuances e processos de obtenção.

A figura 53 apresenta diferentes nuances, formas de obtenção em meio digital e aplicações da variável visual cor.

4.1.7 Granulação (*Granulation*)

São variações da repartição do branco no preto nas quais, a proporção de preto e branco permanecem iguais. Esta variável visual é utilizada para produzir a ideia de quantidade ou ordem.

Nestas representações, se 1cm² de área desenhada possui a relação de 50% de preto para 50% de branco, esta relação será constante para todos os dados a serem representados, variando-se a distribuição do preto e do branco sem variar a porcentagem de área ocupada por cada um destes. Este efeito era obtido, no

passado, a partir da ampliação ou redução fotográfica de um determinado padrão de referência.

A variável visual granulação também se aplica a representação de dados que indiquem ordem e/ou hierarquia.

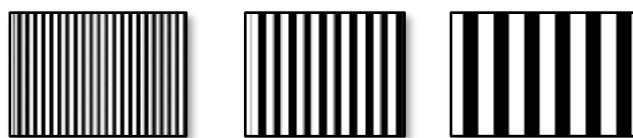


figura 54 Exemplo da variável visual granulação. Ordem temporal.

Quatro observações podem ser feitas acerca desta variável. A primeira é que a representação de um grande número de classes de dados com esta variável não permite uma boa distinção visual das mesmas.

A segunda é que seu efeito visual é similar ao da variável visual valor, uma vez que a transcrição dos valores menores se dá pelo uso de granulações de efeito visual fino e, dos valores maiores por granulações de efeito visual grosseiro. Sendo a variável visual cor: valor amplamente utilizada. Terceiro, seu desenho é complexo e trabalhoso e quarto, aplicada a grandes áreas apresenta efeito visual vibratório (figura 55).

A correta utilização desta variável exige a elaboração de gabaritos com as repartições do preto e branco dentro das porcentagens especificadas.

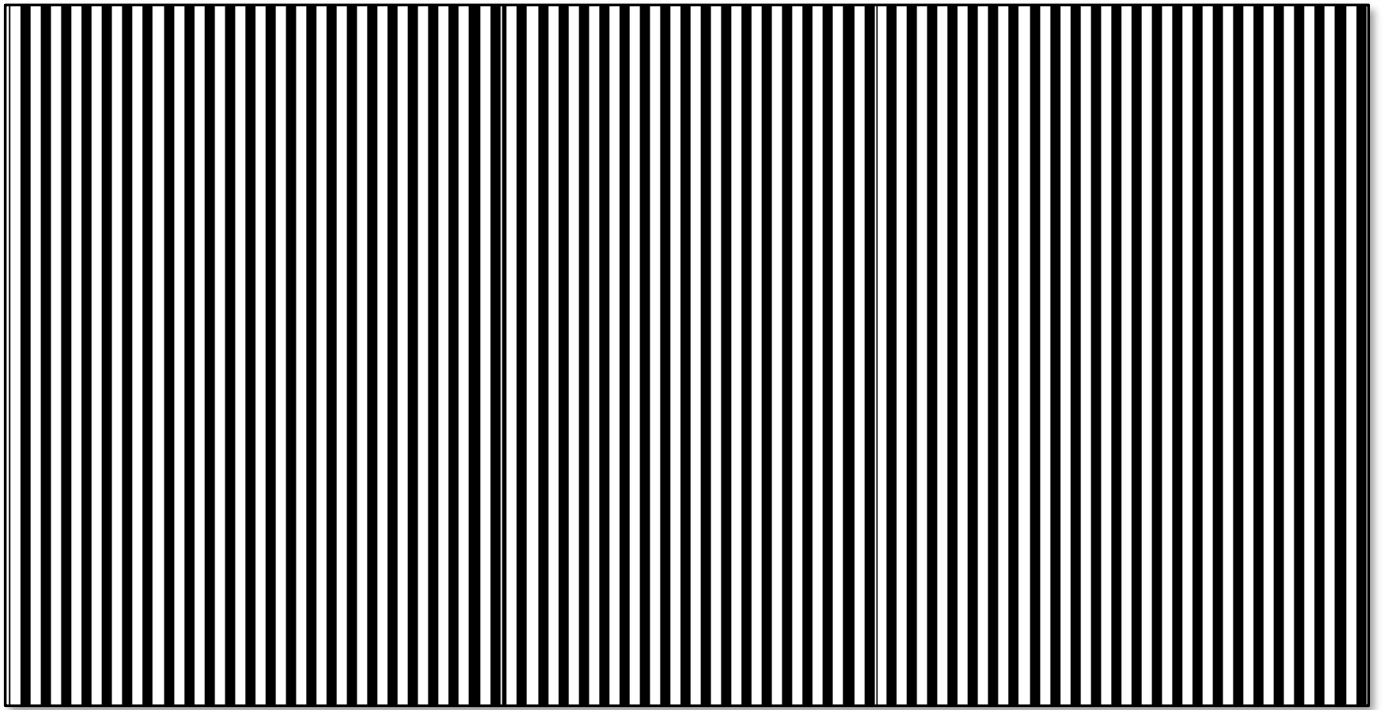


figura 55 Efeito vibratório da variável granulação.

4.1.8 Espaçamento (*spacing*)

É utilizada para traduzir a ideia de quantidade ou ordem. Os padrões de espaçamento são obtidos pela densidade de pontos ou de linhas por unidade de área (exemplo: 4pontos/cm², 8pontos/cm², 16pontos/cm², 32pontos/cm², etc). Quando emprega pontos, pode utilizar grids regulares ou irregulares.

Por possuir vazios entre seus elementos visuais (pontos ou linhas), esta variável pode ser utilizada em sobreposição à outras camadas de dados.

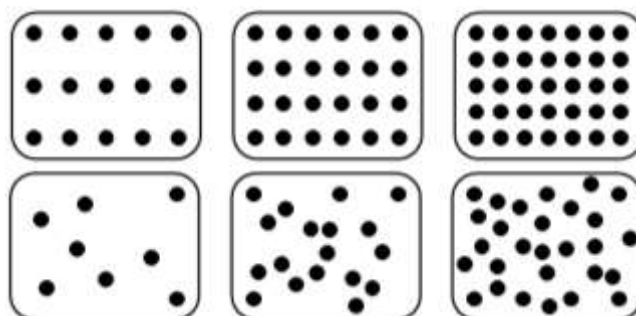


figura 56 Variável visual espaçamento com grid regular (acima) e irregular (abaixo).

4.1.9 Orientação (*Orientation*)

São as variações de posição de uma mesma feição entre o vertical, o oblíquo e o horizontal. Aplica-se a representação da qualidade dos objetos (Seletividade dissociativa), diferenciando-os, não podendo ser utilizada para dados quantitativos ou ordenados (Q e O) (figura 57).

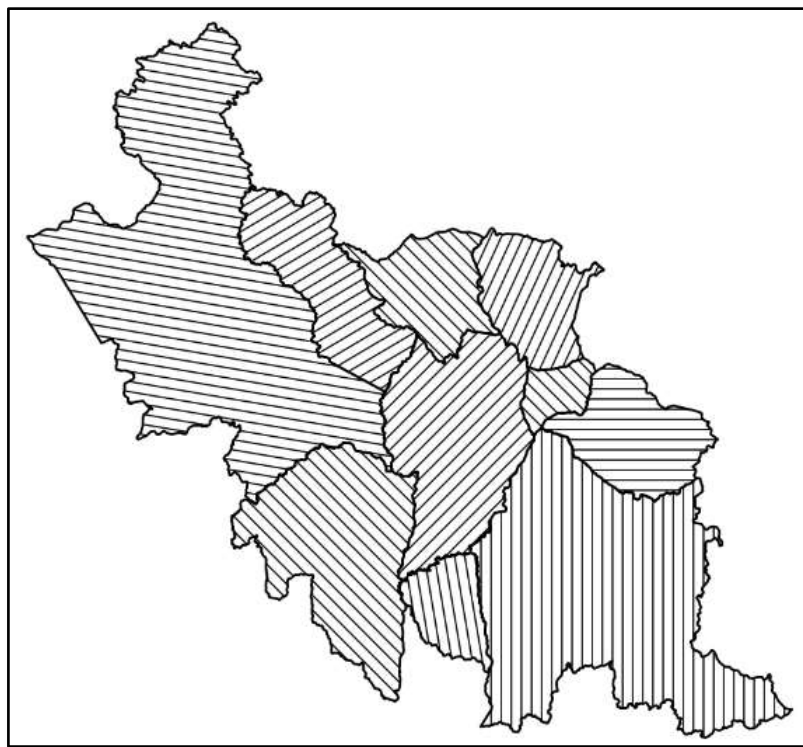


figura 57 Variável visual orientação – forma de implantação zonal.

Apesar da grande quantidade de posições que um objeto pode assumir entre o vertical e o horizontal, as variações que podem ser percebidas pela vista humana e diferenciadas com facilidade e rapidez são poucas (figura 58). O uso desta variável visual para representar um número grande de dados com pequenas variações no plano de inclinação, pode gerar confusão e produzir ruído na comunicação.

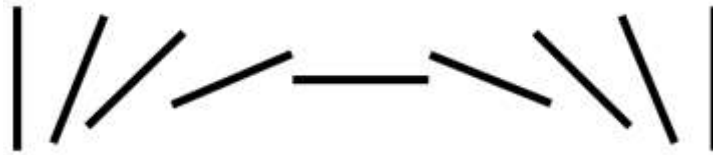


figura 58 Posições perceptíveis da variável visual orientação.

A utilização desta variável para implantação pontual ou linear (edificações, estradas, ferrovias, etc.) não é recomendada. Isto porque, na forma pontual sua capacidade de diferenciação de objetos é baixa e, em implantações lineares, as diferentes direções da linha podem resultar em descontinuidades e não permitir a correta distinção dos objetos representados.

Por possuir vazios entre seus elementos visuais esta variável visual pode ser utilizada em sobreposição à outras camadas de dados.

4.1.10 Arranjo (*Arrangement*)

Corresponde a alteração ordenadas nos padrões visuais observados. Esta variável visual é utilizada para traduzir a ideia de seletividade dissociativa. Se aplica principalmente em representações que possuem modo de ocorrência zonal. O Arranjo corresponde à variável visual forma (modo de aplicação zonal) na proposta de Bertin (1967). Nesta variável visual a densidade de pontos por unidade de área é fixa para todos os elementos representados (figura 59).

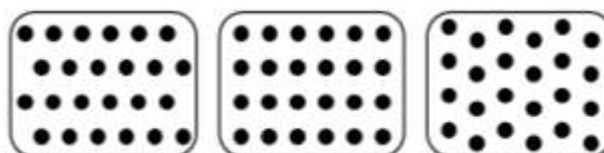


figura 59 Arranjo: ideia de Seletividade dissociativa – efeito visual similar ao da Forma.

Por possuir vazios entre seus elementos visuais esta variável visual também pode ser utilizada em sobreposição à outras camadas de dados.

4.1.11 Forma (*Shape*)

São as variações nas formas das figuras e traduz a ideia de seletividade. A variável visual forma permite a diferenciação (seletividade dissociativa) e a associação de informações (seletividade associativa) quando utiliza formas semelhantes para informações diretamente associadas. Não se aplica à representação de dados quantitativos ou ordenados.

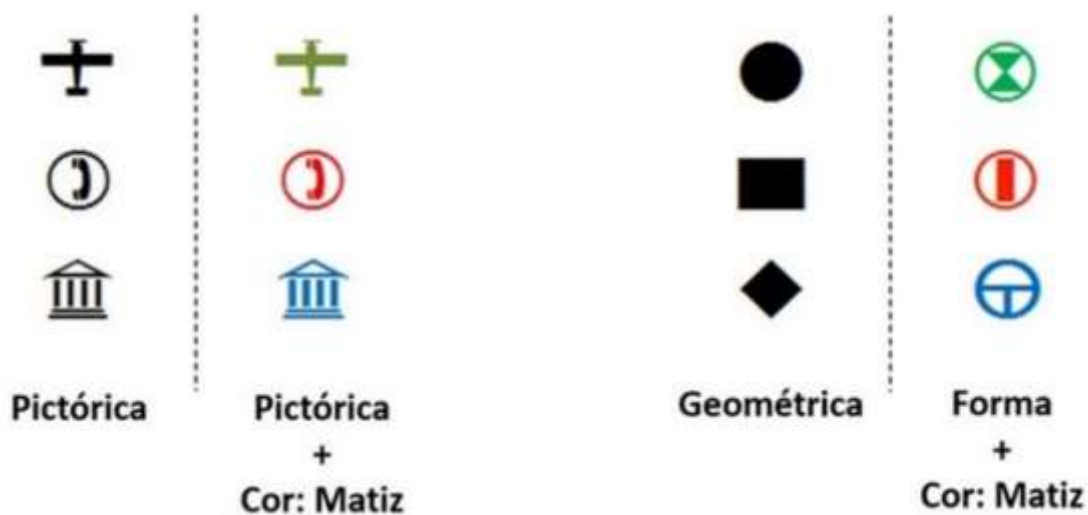


figura 60 Variável visual Forma – modo de implantação pontual - Fonte: Sampaio e Brandalize (2018).



figura 61 Variável visual forma – modo de implantação linear.

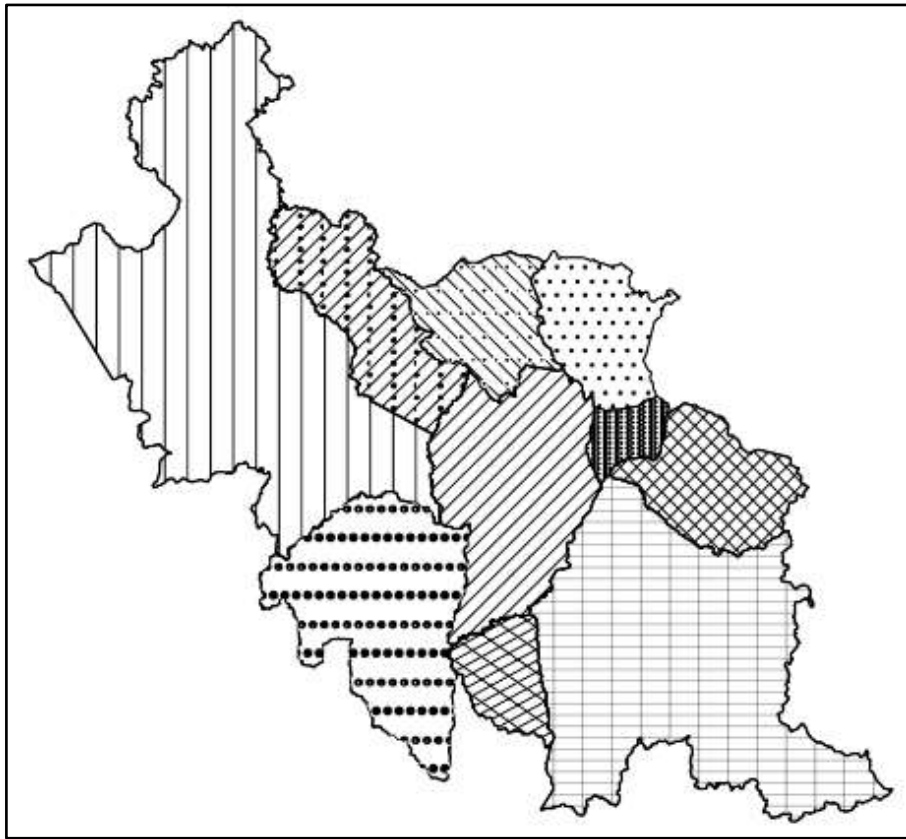


figura 62 Variável visual forma – modo de implantação zonal (polígono).

As figuras anteriores (figura 60, figura 61 e figura 62) apresentam, respectivamente, o uso da variável forma com os modos de implantação pontual, linear e zonal, respectivamente.

Cabe observar que quando não há repetição de temas em diferentes áreas do mapa, as variáveis visuais forma, cor: matiz e orientação no modo de implantação zonal, se mostram desnecessárias e, por vezes ruidosas. Isto porque a propriedade do plano (continuidade) já é suficiente para permitir a diferenciação dos indivíduos espaciais mapeados (figura 63).

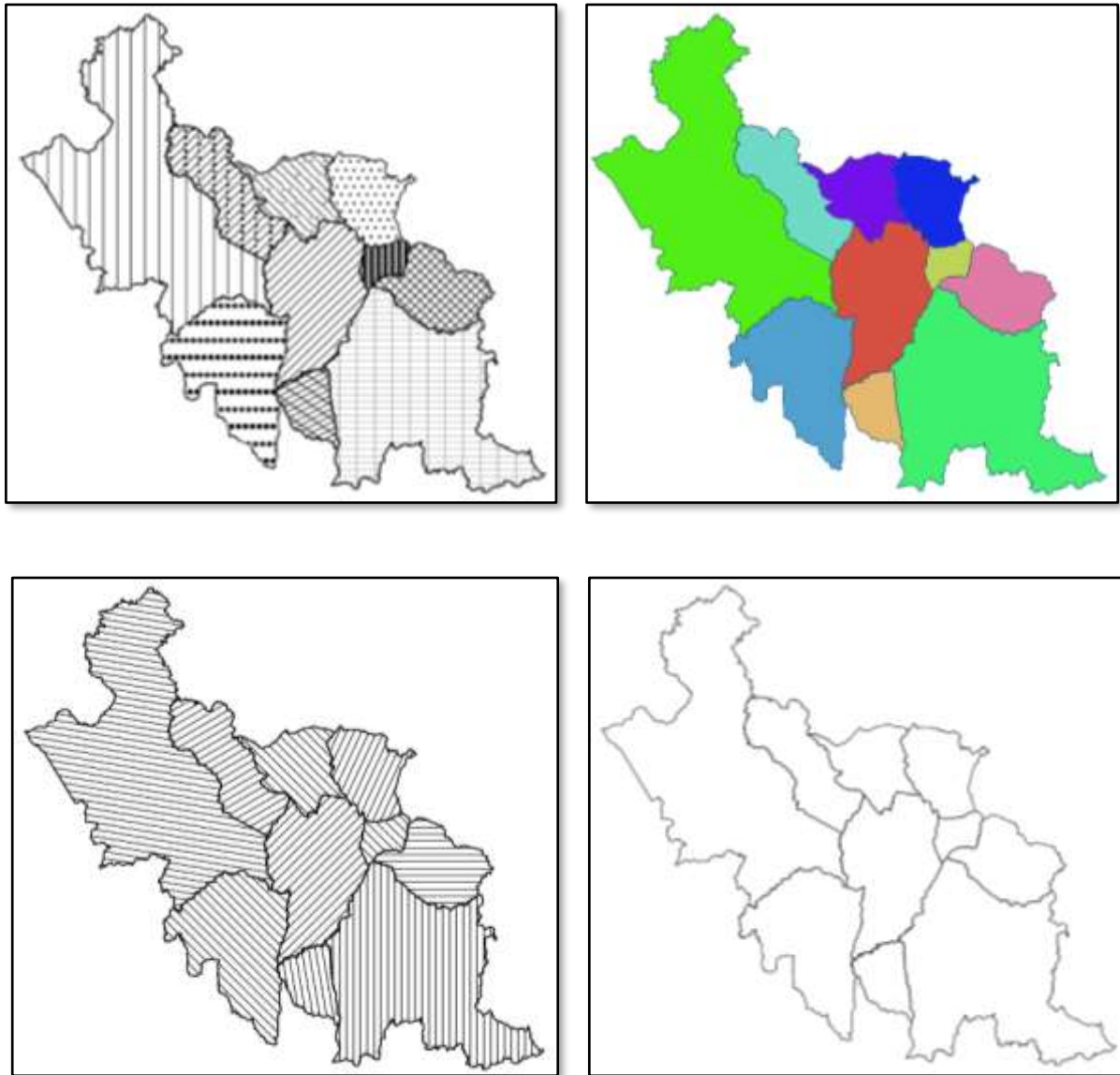


figura 63 Variáveis visuais forma, cor: matiz e orientação utilizadas para indicar seletividade dissociativa e, a propriedade do plano.

Contudo, as variáveis visuais espaçamento, arranjo, forma e orientação, no modo de implantação zonal, possuem grande utilidade quando se observa a necessidade de uso da sobreposição de mapas. Estas variáveis visuais são descontínuas espacialmente, como já foi dito anteriormente, o que possibilita o seu uso sobreposto à outras variáveis visuais (pontuais, lineares e zonais) (figura 64).

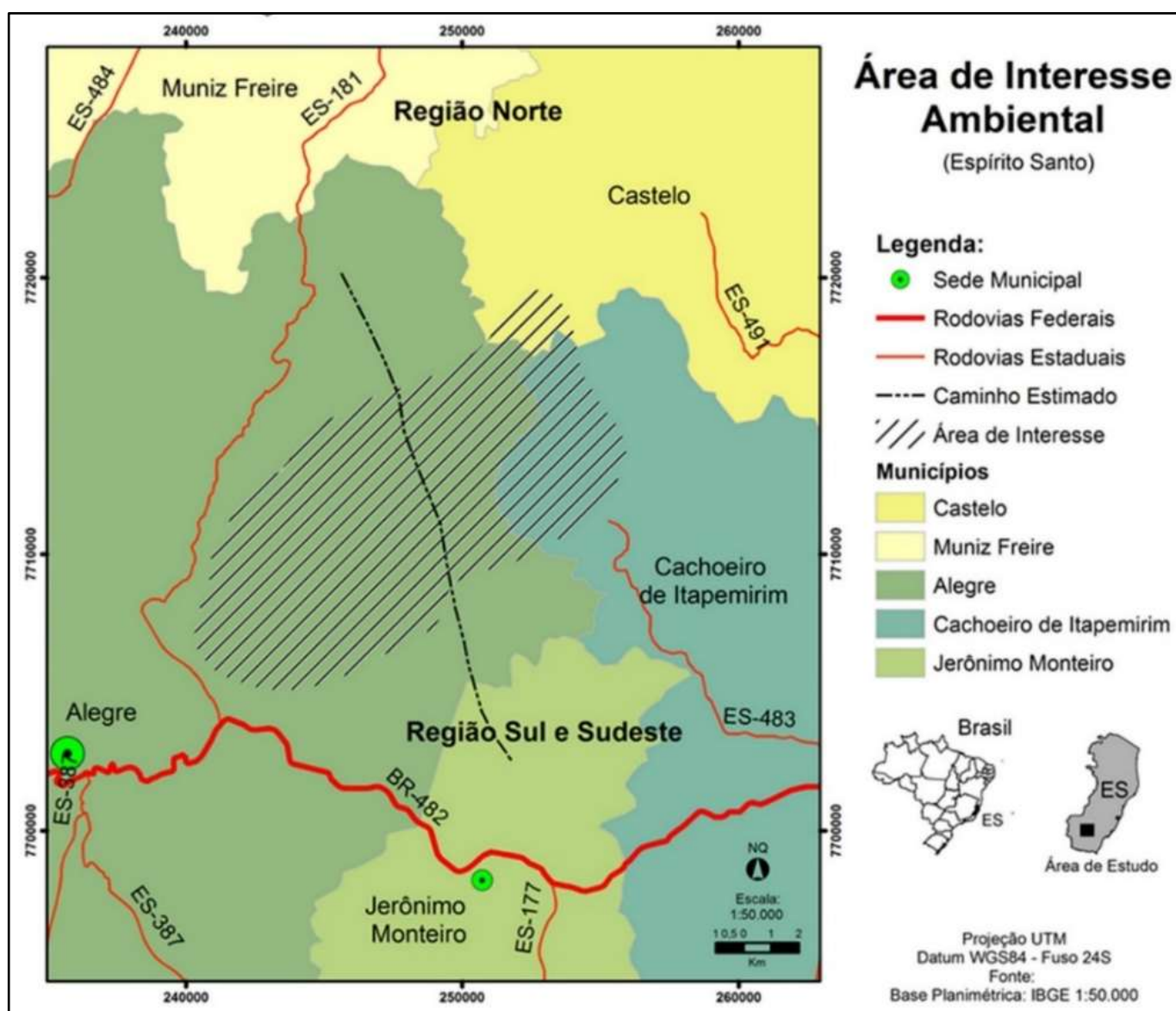


figura 64 Variável visual orientação, em sobreposição a variável cor - Fonte: Sampaio e Brandalize (2018).

4.1.12 Altura perspectiva (*Perspective Height*)

Destina-se à tradução da ideia de quantidade. Os elementos em um mapa são dispostos de tal forma que os maiores valores correspondem às maiores alturas relativas, obtidas pela projeção perspectiva da imagem (figura 65).

Neste tipo de representação, em geral a geometria polígono é associada à arquivos matriciais (modelos digitais).

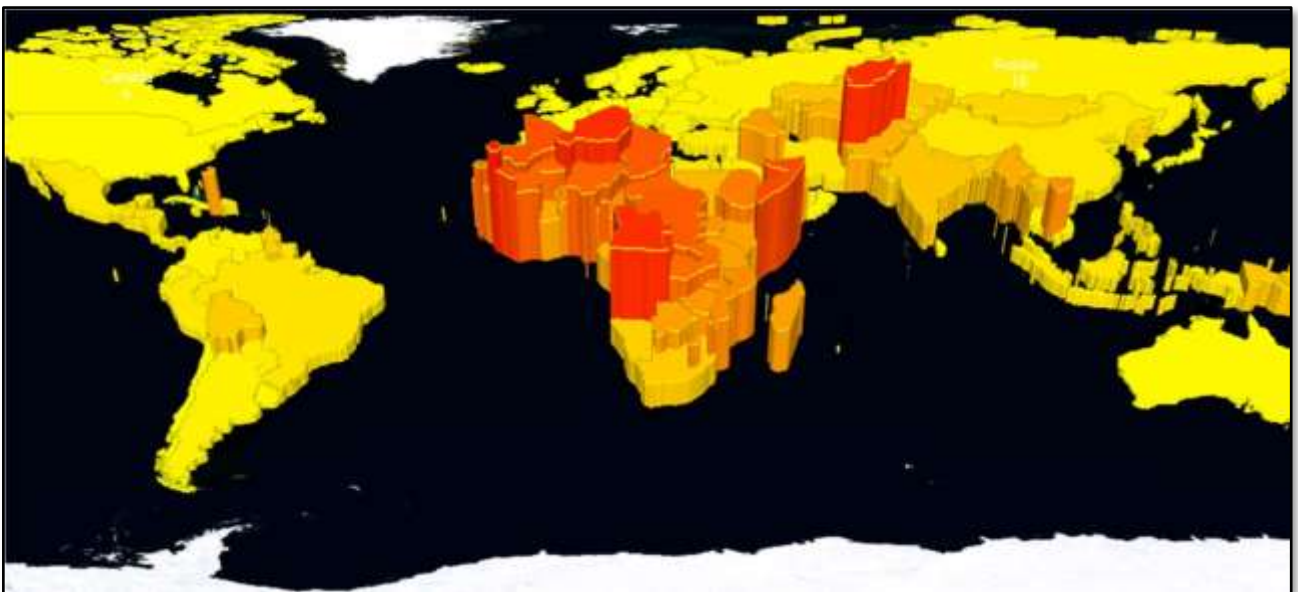


figura 65 Altura perspectiva – associação variável visual cor: valor.

Fonte: <http://blog.mastermaps.com/2008/06/why-3d-works-1-looking-on-other-side.html>

A produção de materiais gráficos utilizando imagens perspectivas demanda atenção por parte do elaborador do material gráfico, pois os maiores valores tendem a encobrir os menores ou, se associar à dimensão (área) e produzir visualmente resultados diferentes dos esperados.

4.1.13 Considerações quanto as variáveis visuais

A escolha das variáveis visuais que irão traduzir a informação não é, portanto, aleatória ou um processo de tentativa e erro. Depende, antes de tudo, do tipo de dado e informação a serem representados. Toda informação possui um significado central a ser transmitido e pode ser classificada como quantitativa, ordenada ou seletiva.


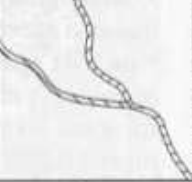
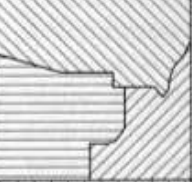
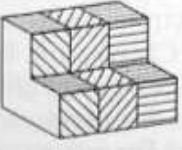

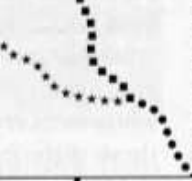
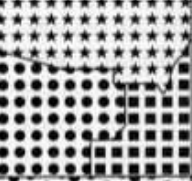
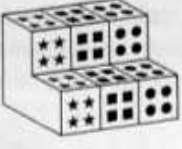

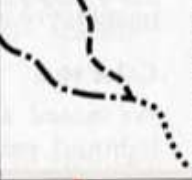
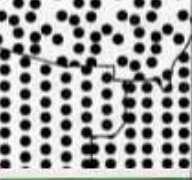




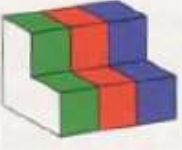
Visual Variables for Qualitative Phenomena					
	Point	Linear	Areal	2½-D	True 3-D
Orientation				None Recommended	
Shape				None Recommended	
Arrangement				None Recommended	
Hue				None Recommended	

figura 66 Variáveis Visuais para dados qualitativos e modos de implantação - Fonte: Slocum (1999).

Apesar de teoricamente possível o emprego de todas as variáveis visuais em todas as formas de implantação, como foi

apresentado por Slocum (1999) (figura 66 e figura 67) e outros, nem sempre esta relação é viável ou apresenta bons resultados. Assim, as variáveis visuais apresentam formas preferências de uso, quanto a forma de implantação.

Visual Variables for Quantitative Phenomena					
	Point	Linear	Areal	2½-D	True 3-D
Spacing					
Size					
Perspective Height					None Possible
Hue					
Lightness					
Saturation					

figura 67 Variáveis Visuais para dados quantitativos e modos de implantação - Fonte: Slocum (1999)

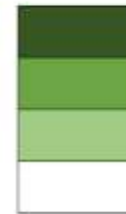
As variáveis visuais apresentadas por Slocum (1999) encontram relação direta com as já apresentadas por Bertin (1967), apesar de por vezes receber denominações distintas como no caso da *lightness* (iluminação) que corresponde a cor: valor, ou simplesmente valor (BERTIN, 1967).

A partir dos princípios apresentados por Bertin (1967) em sua obra *Sémiologie Graphique - Les diagrammes, les réseaux, les cartes*, os quais foram melhorados e difundidos por diversos outros autores como MacEachren, Dent, Slocum, Le Sann, Martinelli, Joly e outros, pôde-se construir um quadro demonstrando a relação existente entre o significado cognitivo da informação, as variáveis da retina que traduzem o significado cognitivo a ser transmitido para a linguagem gráfica e, suas formas preferenciais de implantação.

Variáveis Visuais ou da Retina	Significado Cognitivo	
	Seletividade (S)	
	Associativa (S \equiv)	Dissociativa (S \neq)
Cor: saturação	Pol	
Cor: matiz		P - L - Pol
Arranjo		Pol*
Orientação		Pol*
Forma	L - P - Pol*	L - P - Pol*

* Permite sobreposição de camadas

Capacidade da variável visual para traduzir a informação (significado cognitivo)



Forte
Moderada
Fraca
Nula

figura 68 Seletividade: Variáveis Visuais e formas preferenciais de implantação

Variáveis Visuais ou da Retina	Significado Cognitivo		
	Ordenado (O)	Quantitativo (Q)	
	(O _{tem} , O _{sel} , O _{qtd})	Q _{abs}	Q _{nor} /Q _{rel}
Tamanho	P ou L	P ou L - Pol*	P ou L
Granulação	Pol		Pol
Cor: valor	Pol - Sc - Sdz	Pol - Sc - Sdz	Pol - Sc - Sdz
Cor: <i>hot to cold</i>	Sc - Sdz - Pol**	Sc - Sdz - Pol**	Sc - Sdz - Pol**
Espaçamento	Pol (grid regular)	Pol (grid irregular)	Pol (grid irregular)
Altura perspectiva	Pol	Pol	
Cor: saturação	Pol***	Pol***	Pol***
Cor: matiz	Pol***	Pol***	Pol***

figura 69 Quantidade e Ordem: Variáveis Visuais e formas preferenciais de implantação

As figuras anteriores (figura 68 e figura 69) apresentam as relações entre as variáveis visuais, suas principais formas de implantação e o significado cognitivo da informação para tradução das ideias de Quantidade, Ordem e Seletividade.

4.2 Procedimentos para escolha da variável visual

A escolha das variáveis visuais deve ser feita a partir da análise da relação entre o significado cognitivo a ser transmitido (nível de organização ou de medida) da informação e a forma gráfica capaz de produzir no leitor o significado transmitido informação.

SIGNO X SIGNIFICADO

Cabe lembrar, que além da análise das variáveis visuais a serem empregadas, todo o material gráfico deve estar em consonância com o perfil do usuário (leitor do mapa).

No caso dos SIGs, como cada geometria (ponto, linha e polígono) é armazenada separadamente e, possui, cada qual, sua tabela de atributos, a SELEÇÃO da variável visual é feita a partir da identificação do tipo de dado presente no campo de atributos que se deseja cartografar. Uma vez analisado o significado cognitivo a ser transmitido é hora de selecionar a(s) variável(is) visual(is) (figura 70).

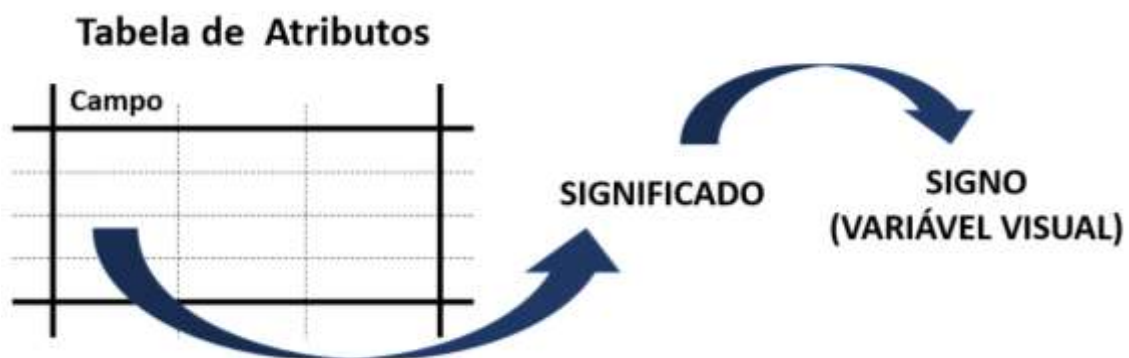
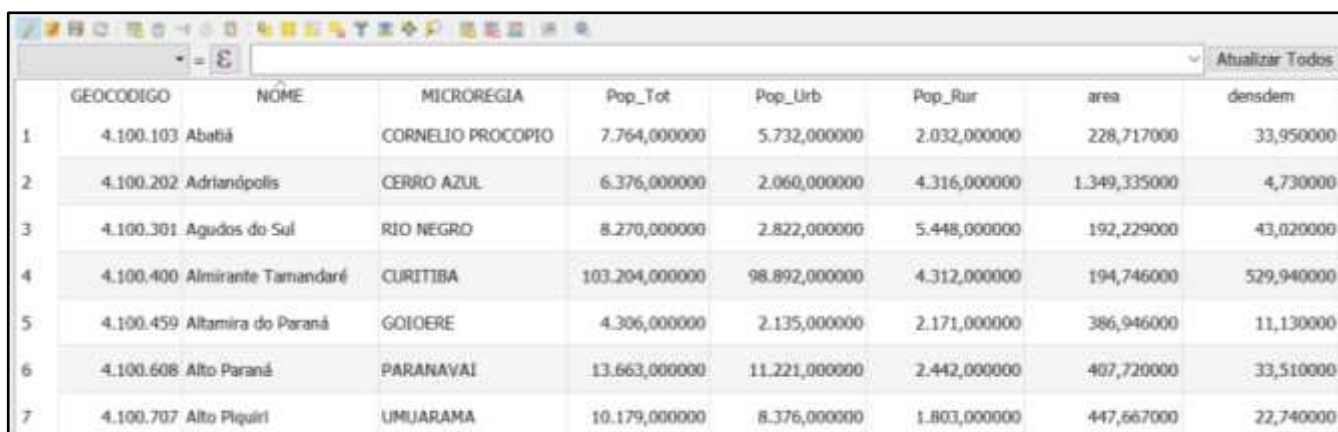


figura 70 Caminho para definição da Variável Visual

Cabe lembrar, mais uma vez, que um campo de atributos do tipo numérico pode indicar a noção de quantidade (exemplo:

população) ou seletividade, caso os números presentes se refiram, por exemplo, ao GEOCODIGO do município.



	GEOCODIGO	NOME	MICROREGIA	Pop_Tot	Pop_Urb	Pop_Rur	area	densdem
1	4.100.103	Abatiá	CORNELIO PROCOPIO	7.764,000000	5.732,000000	2.032,000000	228,717000	33,950000
2	4.100.202	Adriandópolis	CERRO AZUL	6.376,000000	2.060,000000	4.316,000000	1.349,335000	4,730000
3	4.100.301	Aguadés do Sul	RIO NEGRO	8.270,000000	2.822,000000	5.448,000000	192,229000	43,020000
4	4.100.400	Almirante Tamandaré	CURITIBA	103.204,000000	98.892,000000	4.312,000000	194,746000	529,940000
5	4.100.459	Altamira do Paraná	GOIOERE	4.306,000000	2.135,000000	2.171,000000	386,946000	11,130000
6	4.100.608	Alto Paraná	PARANAVAI	13.663,000000	11.221,000000	2.442,000000	407,720000	33,510000
7	4.100.707	Alto Piquiri	UMJARAMA	10.179,000000	8.376,000000	1.803,000000	447,667000	22,740000

figura 71 Exemplo de tabela de atributos com diferentes tipos de dados.

A tabela de atributos do exemplo acima (figura 71), apresenta no primeiro campo (coluna) o GEOCODIGO. Apesar de ser do tipo numérico, o significado a ser transmitido pelo mesmo é o de seletividade dissociativa. Este é o mesmo significado a ser transmitido, inicialmente, pelo segundo campo (NOME). Neste caso, utiliza-se a variável visual cor: matiz, ou simplesmente as propriedades do plano (capacidade de separação - a presença de linhas divisórias transmite a ideia seletividade dissociativa).

Como os municípios pertencem a determinadas microrregiões (terceiro campo: MICROREGIA), o elaborador do mapa poderá transmitir esta informação (seletividade associativa), ou seja, indicar que apesar de distintos (os municípios), existe um elemento que permite o agrupamento dos mesmos. Neste caso, utiliza-se a variável visual cor: saturação ou, propriedades do plano (agrupamento: linhas com diferentes espessuras).

Os demais campos são numéricos e expressam quantidades. Contudo, podem receber distintos tratamentos gráficos a depender do significado que se deseja transmitir. A população total (Pop_Tot), por ser uma quantidade com valores absolutos, onde cada valor independe dos demais pode ser traduzido pela variável visual: tamanho.

População Urbana e rural (Pop_Urb e Pop_Rur) podem ser apresentadas em um ou mais mapas (sobreposição ou coleção), a depender do perfil do usuário e, da finalidade do material gráfico. Ainda, População total e área podem ser combinados em um mapa de síntese, apresentando a informação: densidade demográfica (obtida por meio da normalização/divisão da população total de cada município pela sua respectiva área). Neste caso, utiliza-se a variável visual cor: valor.

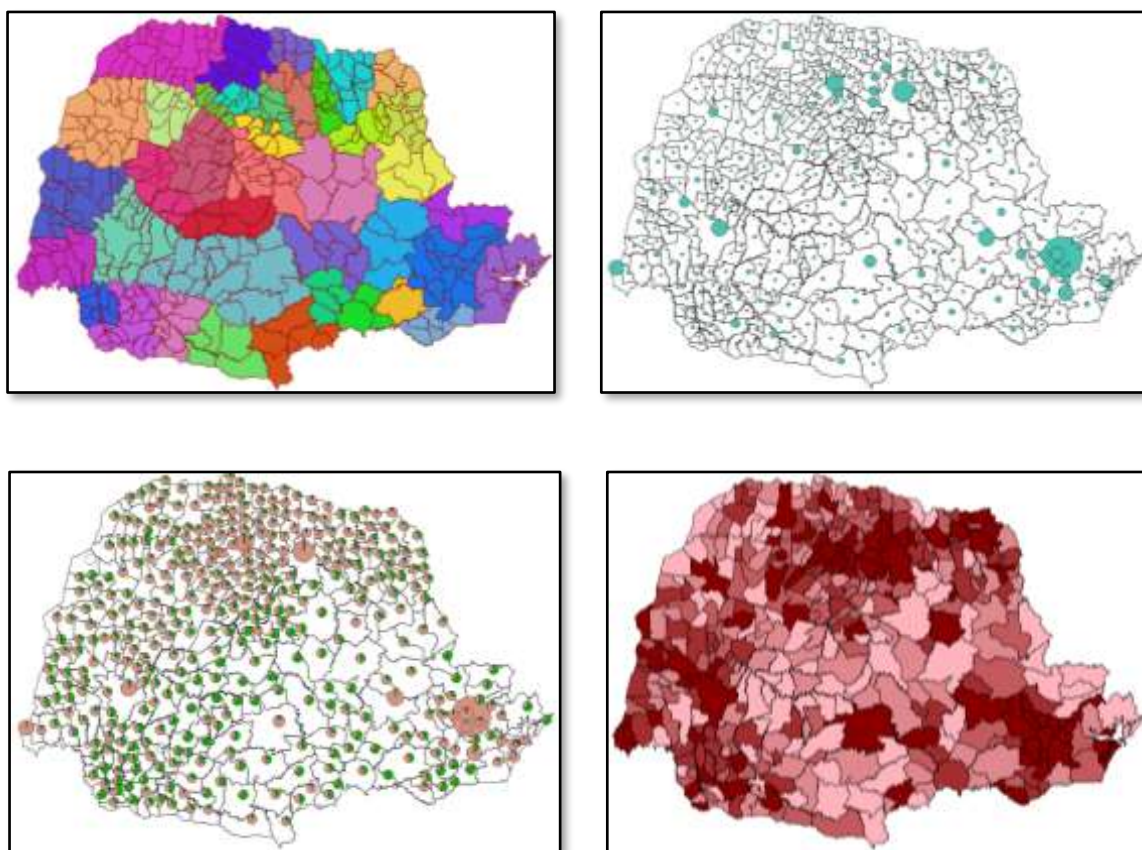


figura 72 Diferentes tipos de dados, significados, variáveis visuais e possibilidades de representação, para uma única tabela de atributos.

A figura 72 apresenta quatro cartogramas elaborados a partir de única tabela de atributos (figura 71) com diferentes campos de dados.

O cartograma 1 apresenta as microrregiões do IBGE no Paraná. Traduz a ideia de seletividade dissociativa, tratando as microrregiões como distintas e utiliza a variável visual cor: matiz (esquerda acima). O cartograma 2 representa a população total do Estado e traduz a ideia de quantidade absoluta, com uso da variável visual tamanho (direita acima). O cartograma 3 apresenta a população total em conjunto a rural e a urbana. Trata-se de uma sobreposição de mapas que faz uso da variável visual tamanho para traduzir a ideia de quantidade absoluta e, ao mesmo tempo, emprega o diagrama setorial para traduzir as ideias de quantidade relativa –

urbana x rural (esquerda inferior). O cartograma 4 representa a densidade demográfica, que é uma quantidade normalizada (população/área) e utiliza a variável visual cor: valor (direita inferior).

Em geral, cada significado cognitivo possui uma ou mais variáveis visuais que possibilitam a sua tradução para o formato gráfico. Estas variáveis visuais estimulam a vista humana a produzir o significado contido na informação.

Apesar de todas as relações entre as variáveis visuais e suas formas de implantação gráfica serem possíveis, nem sempre suas combinações irão gerar os significados desejados. Neste sentido, Sampaio e Brandalize (2018), apresentam a árvore de decisão que auxilia na seleção das variáveis visuais, a partir da identificação dos significados cognitivos que se deseja traduzir (figura 73).

Árvore de decisão para escolha da variável visual

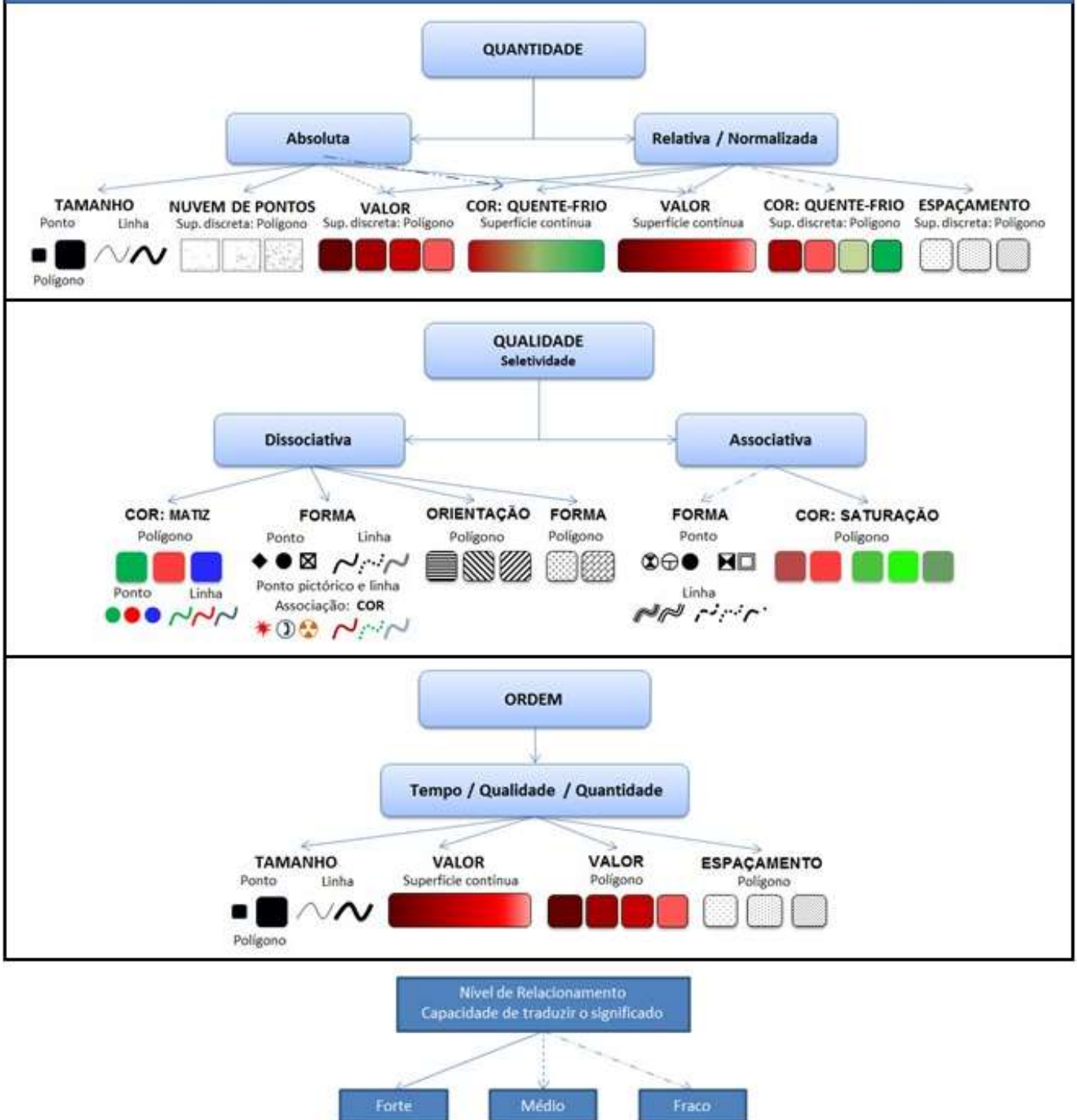


figura 73 Relação entre componentes da informação, variáveis visuais e mapas. Fonte: Sampaio e Brandalize (2018)

5 Principais tipos de mapas temáticos, abordagens e nomenclatura

5.1 Principais tipos de mapas temáticos e suas relações com as variáveis visuais e com a forma de implantação.

A análise do perfil do usuário, do significado cognitivo e a escolha da variável visual definem o tipo de mapa e material gráfico a serem utilizados no processo de comunicação.

Diferentes são os tipos de mapas e gráficos que podem ser construídos objetivando traduzir para o formato visual dados e informações. Os principais tipos de gráficos serão apresentados mais adiante neste livro (**Produção de gráficos**).

Os mapas temáticos podem apresentar simultaneamente diferentes tipos de dados (população, renda, tipo vegetação, estradas, rios, etc.). Contudo, sua forma de classificação se dá em função do principal tipo de dado/tema apresentado (informação central) e, da forma como a variável visual é empregada (ARCHELA; THÉRY, 2008; ROBINSON *et al.*, 1995 e SLOCUM, 1999).

No que se refere ao tipo de dado, os mapas temáticos podem ser agrupados em quantitativos (traduzem a ideia de quantidade ou ordem) ou qualitativos (traduzem a ideia de seletividade) (figura 74). Mapas quantitativos podem ser classificados a partir da análise da forma de emprego das variáveis visuais. Desta forma, os principais tipos de mapas são: coroplético (*coropleth*), isarítmico (*isarithmetic*), calor (*heat*), isoplético (*isopleths*), símbolos proporcionais (*proportional symbols*), anamorfose (*cartogram*), fluxo (*flow* ou *dynamics*) e de densidade de pontos (*dot map*). O

mapa dasimétrico (*dasymetric*) é uma variação do mapa coroplético. Mapas corocromáticos (*chorocromatic*) são os mapas utilizados para apresentar dados qualitativos.

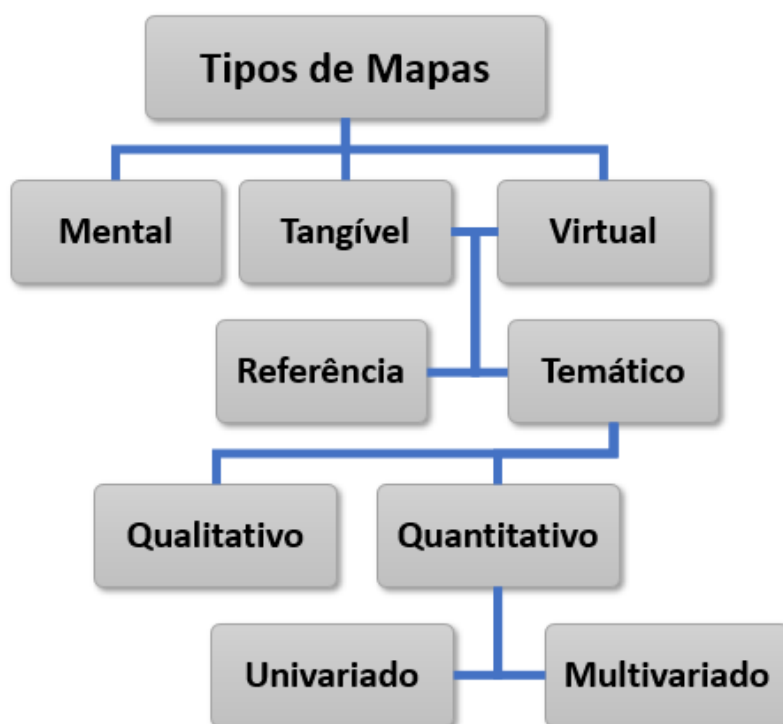


figura 74 Principais tipos de mapas e subdivisões Dent et al. (2009) – tradução do autor

Mapas **coropléticos** (*coropleth*) utilizam as variáveis visuais cor: valor, cor: saturação e cor: matiz, sendo saturação e matiz utilizadas de forma análoga à valor, ou seja, com pequenas variações de saturação ou matiz para traduzir a sensação visual da cor: valor. Representam quantidades associadas às unidades espaciais pré-definidas (superfícies discretas). Neste tipo de mapa, em geral, os dados são “envelopados” por unidade espacial e apresentados por classes de valores. As classes de valores podem, ou não, apresentar intervalos simétricos de valores ou de unidades espaciais agrupadas.

Diz-se que um dado é envelopado quando sua coleta foi espacialmente pontual ou, individual, porém sua forma de divulgação é agrupada. Exemplo: população, sua coleta é feita por domicílio, mas sua divulgação dos dados é feita por setor censitário, bairro, município, estado, etc.

Mapas coropléticos (figura 75) são mais utilizados para descrever quantidades relativas ou normalizadas. Quando os valores a serem representados são ajustados às áreas do mapa que efetivamente apresentam dados, são denominados de dasimétricos (WRIGHT, 1936). Um mapa **dasimétrico** (*dasymetric*) (figura 76) usual é o de densidade demográfica, no qual a população não é dividida pela área total do município, mas pela área que efetivamente apresenta ocupação, ou seja, são desconsideradas as áreas sem moradores (lagos, áreas verdes, indústrias, etc).

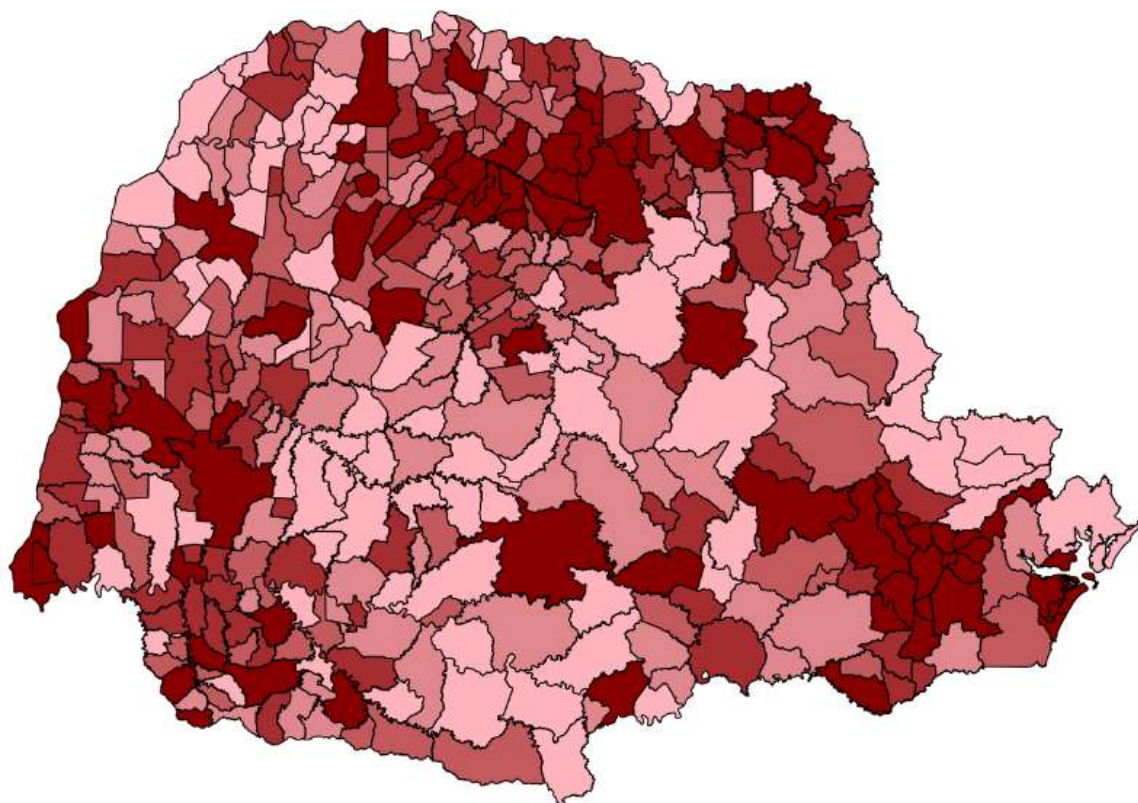


figura 75 Mapa Coroplético – superfície discreta – variável visual: cor: valor.

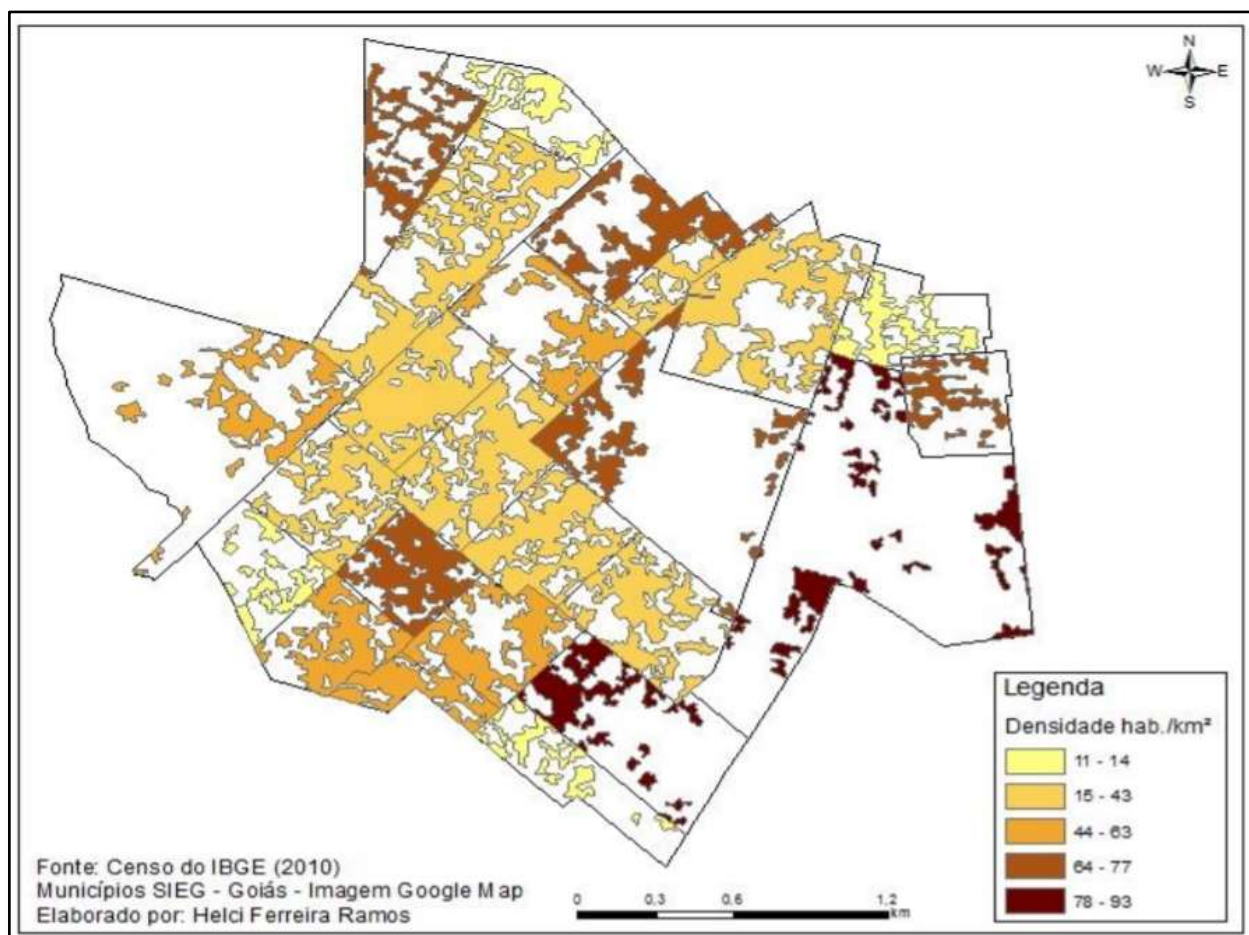


figura 76 Mapa dasimétrico – superfície discreta - variável visual: cor: valor.

Fonte: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0805.pdf>

Mapas **isarítmicos** (*isarithmetic*) (figura 77) utilizam a variável visual cor: valor e são utilizados para representar fenômenos zonais. Em geral derivam de modelos digitais numéricos (superfícies contínuas) e representam as quantidades por faixas de valores (superfícies discretizadas - intervalos discretos). Cada intervalo de valores é associado à uma tonalidade, podendo utilizar um ou mais cromas.

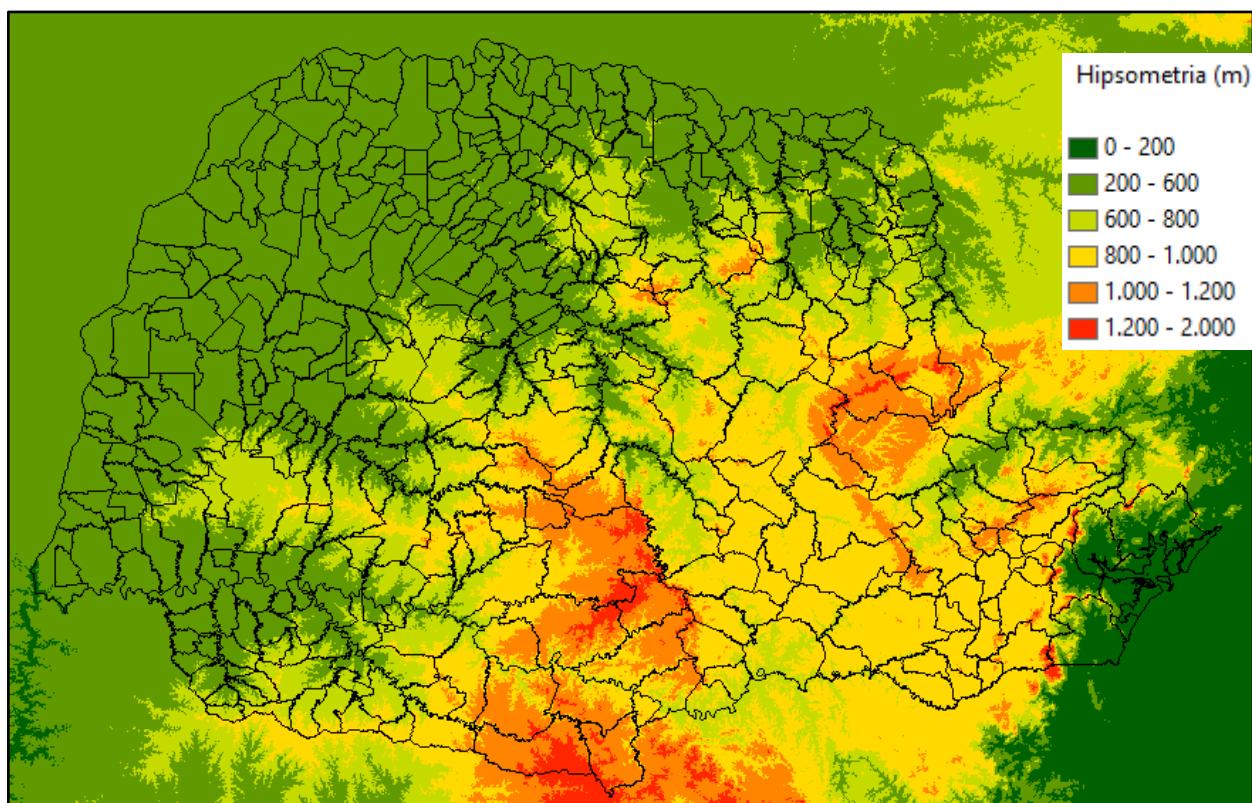


figura 77 Mapa isarítmico – hipsometria do Paraná – variável visual: cor: valor - variação *hot to cold*.

Mapas de **calor** (*heat*) são semelhantes aos isarítmicos, porém representam o fenômeno a partir do uso de superfícies contínuas (valores não discretizados). Em geral utilizam mais de um matiz de cor. Mapas isarítmicos e de calor, quando empregam cores quentes e frias são também denominados de *hot to cold*.

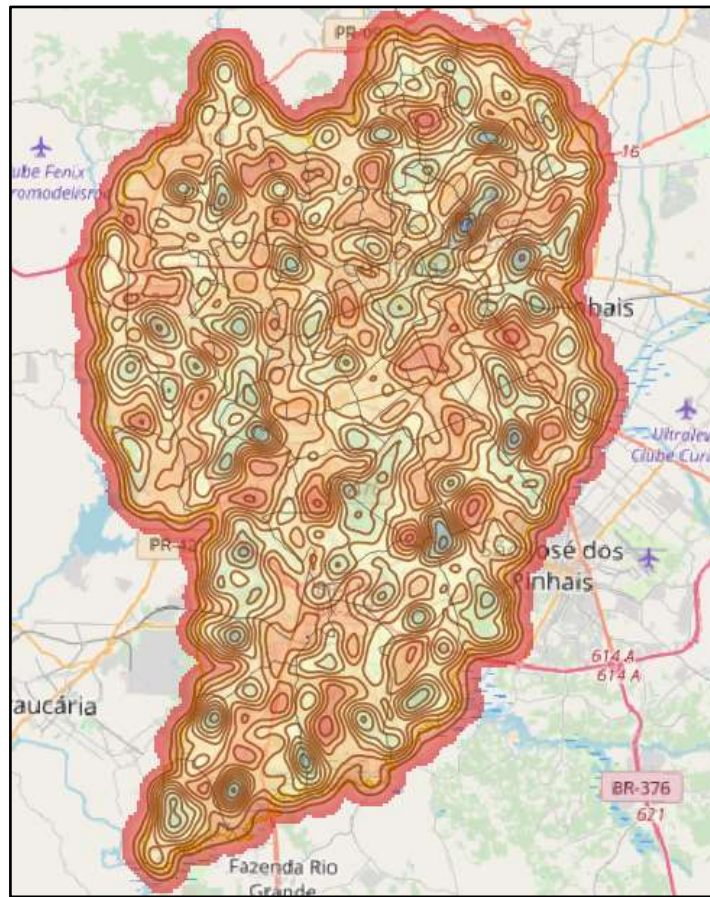


figura 78 Mapa de calor - associação isoplético.

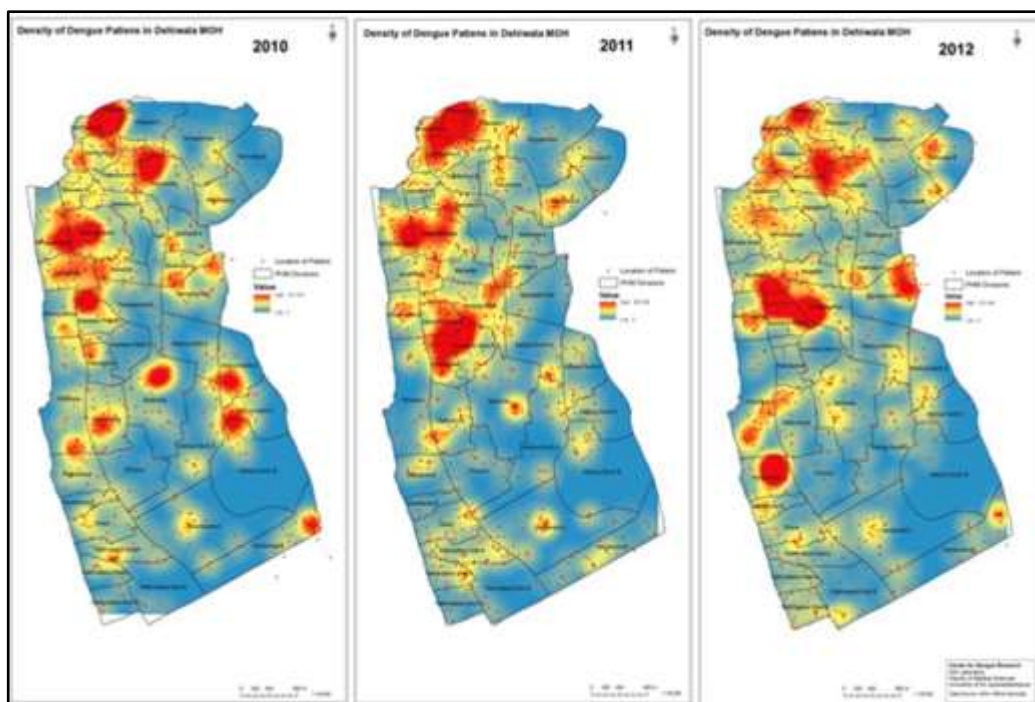


Figura 79: Mapa de calor – superfície contínua – variável visual cor: valor – variação *hot to cold* - Densidade de casos de dengue – Sri Lanka.

Fonte: <https://geosrilanka.wordpress.com/tag/sri-lanka/>

Mapas **isopléticos** (*isopleths*) (figura 78) em geral derivam de modelos digitais numéricos (superfície contínua) e são produzidos por processo de interpolação. Empregam linhas de isovalor para representar as quantidades observadas. Diferentes linhas de isovalor podem ser utilizadas, como: isoietas, isotérmicas, isogônicas, isobáricas, “isobatimétricas”, “isoaltimétricas”, “isocrimes”, etc.



Figura 80: Mapa Isoplético: isolinhas de acidentes – sobreposto a imagem de satélite.

Mapas de **símbolos proporcionais** (*Proportional symbols*) (figura 81) utilizam a variável visual Tamanho, em geral, são utilizados para transcrever quantidades absolutas, mas podem ser utilizados para indicar Ordem. Podem empregar figuras geométricas ou pictóricas e, apresentar mais de um tema simultaneamente (superposição de mapas), a partir da representação dos dados em

gráficos como o diagrama setorial (gráfico de pizza/torta) ou, de barras/colunas. A disposição dos símbolos no mapa é feita em função de um critério predefinido (centroide, 1º, 2º, 3º ou 4º quadrante ou flutuante) e, não apresenta relação com a localização efetiva do fenômeno.

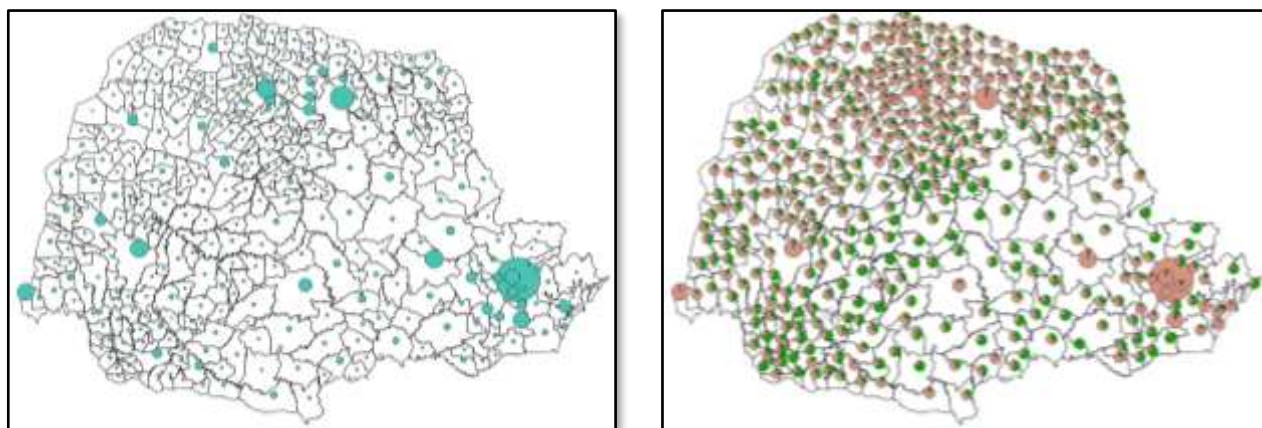


figura 81 Mapas de símbolos proporcionais (normal) e superposição de temas (direita).

Mapas de **anamorfose** (*Cartogram*) (figura 82) utilizam a variável visual tamanho e apresentam quantidades associadas às áreas ocupadas pelos elementos (polígonos) cartografados. Também podem apresentar relação com a área de polígonos regulares, de tal forma que a disposição dos mesmos lembre a geometria da área representada.

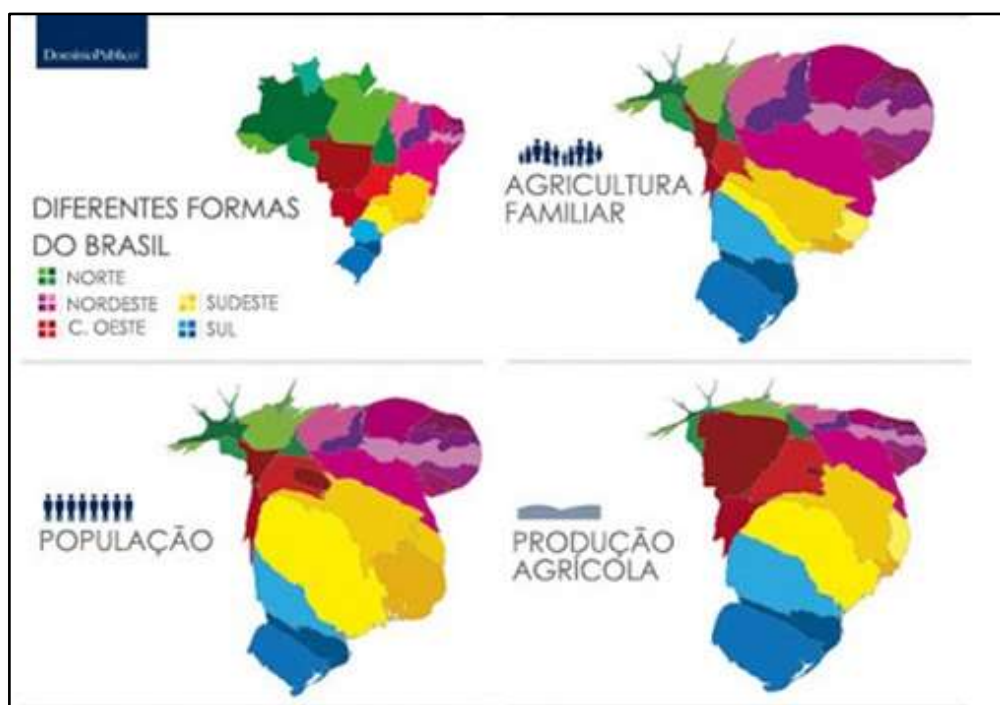


figura 82 Anamorfose: variável visual tamanho – modo de implantação zonal.

Fonte: <http://profwladimir.blogspot.com.br/2012/02/anamorfose-brasil-estados-com-as-areas.html>

Mapas de **fluxo** (*Flow*), também denominados de dinâmicos (*Dynamics*), representam quantidades que são comuns à duas ou mais localidades, contíguas ou não. Em geral, objetivam descrever fluxos de pessoas, informações ou recursos no espaço e/ou no tempo. A intensidade dos fluxos pode ser caracterizada pela variável visual Tamanho, a qual altera a largura da linha/seta que une duas localidades ou, a própria localidade. Também pode utilizar a cor: valor para expressar a intensidade do fenômeno em cada local (figura 84) e, a cor: matiz para indicar os tipos de fluxos (figura 83).

Apesar de usualmente empregar o termo dinâmico, estes mapas em geral são representações estáticas, sendo este termo mais adequado à mapas em meio digital, como por exemplo os mapas de imigração encontrados em: <https://blueshift.io/> ou, em

<http://metrocosm.com/global-immigration-map/> (acessado em 20/11/2018), que apesar de utilizar símbolos proporcionais, apresenta dinamismo.

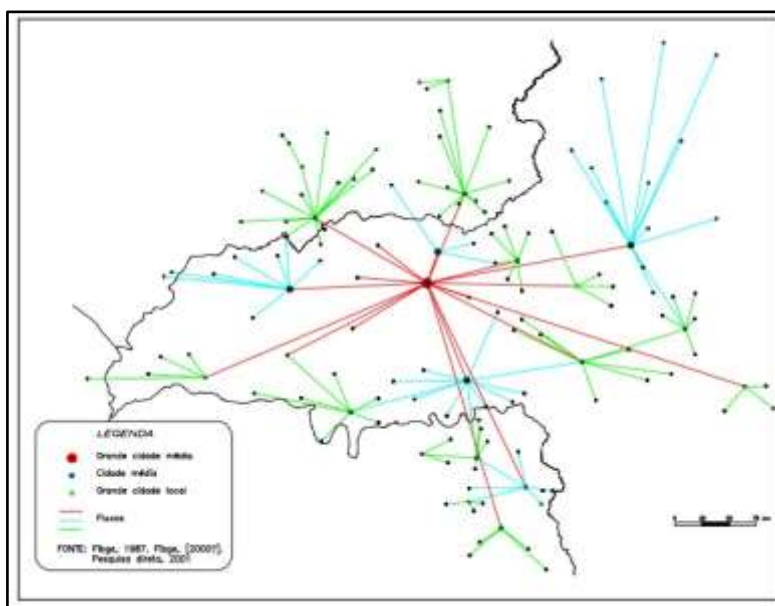


figura 83 Mapa dinâmico com uso da variável visual cor: matiz.

Fonte: <http://papaprova.com/concurso/enade-Ti8B/pag/19>



figura 84 Mapa dinâmico associado a coroplético – variável visual cor: valor.

Fonte: <http://www.universiaenem.com.br/sistema/faces/pagina/publica/conteudo/texto-html.xhtml?redirect=23436428229005957109676113829>

Mapas de **densidade de pontos** (*Dot map*) (figura 85) apresentam quantidades associadas a pontos, os quais possuem relação com um valor de referência. Desta forma, a intensidade de repetição dos pontos no espaço, transmite a noção da intensidade do fenômeno em cada localidade. Nestes mapas, em geral, a disposição dos pontos no espaço não apresenta relação com a localização efetiva do fenômeno e, o valor expresso por cada ponto (ex.: 1 ponto = 2000 pessoas), também não apresenta objetivo de definir a quantidade exata presente em cada localidade, mas a ideia de intensidade do fenômeno.

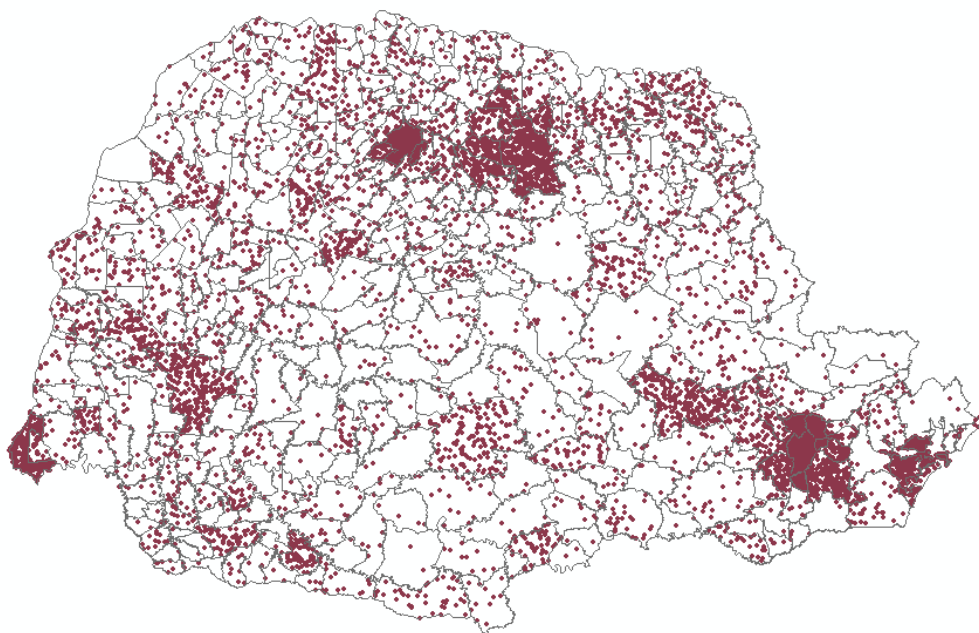


figura 85 Mapa de densidade de pontos – população do Paraná.

Mapas **corocromáticos** (*chorocromatic*), são os mapas utilizados para apresentar dados qualitativos. Empregam a variável visual cor: matiz para representação do tema principal.

Paraná - Mesoregiões - IBGE - 2010



figura 86 Mapa corocromático. Mesoregiões do IBGE no Paraná.

Estes diferentes tipos de mapas podem ser combinados (sobreposição de mapas - figura 87), sendo difícil, por vezes, estabelecer uma classificação adequada e única para os mesmos.

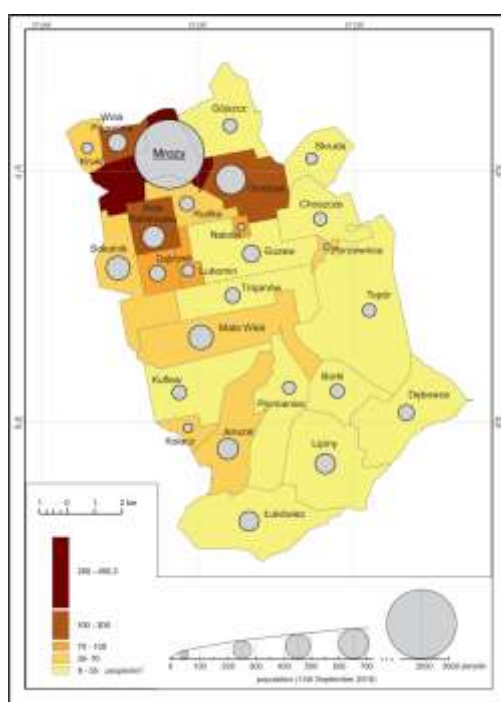


figura 87 Associação coroplético com símbolos proporcionais.

Fonte: https://www.degruyter.com/view/j/mgrsd.ahead-of-print/mgrsd-2018-0008/mgrsd-2018-0008.xml#j_mgrsd-2018-0008_fig_005

5.2 Considerações gerais sobre a produção de mapas temáticos: abordagem da visualização cartográfica e da Gestalt.

5.2.1 Visualização Cartográfica (Geovisualização)

A Geovisualização é um termo utilizado ora como sinônimo e, ora como especialização da visualização cartográfica e do conjunto de processos associados a esta. Deriva da visualização científica, cuja principal abordagem é a obtenção de informações a partir do uso de imagens.

Com abordagens diferenciadas, a visualização cartográfica e seus reflexos sobre a cartografia moderna encontram-se bem descritos na obra editada por MacEachren e Taylor (1994), *Visualization in Modern Cartography*. Esta obra apresenta farta revisão sobre aspectos históricos, cognitivos e, diferentes níveis de associação ao desenvolvimento dos Sistemas de Informação Geográfica.

Uma das abordagens, senão a central da visualização científica (TAYLOR, 1994), é a melhoria no processo de interação dos dados com o usuário (figura 88) e, segundo MacEachren (1994) a ênfase não reside na análise do tipo de mapa, mas no **tipo de uso** que se faz do mesmo.

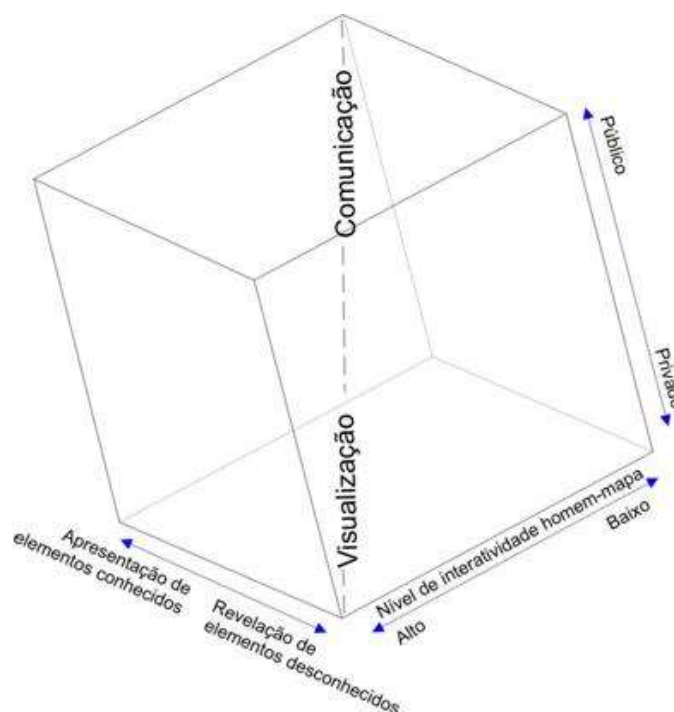


figura 88 Relações entre o uso do mapa e o grau de interação – Fonte: MacEachren; Taylor (1994).

versão traduzida disponível em: http://www2.fct.unesp.br/nera/atlas/cgc_d.htm

Desta forma, apesar da análise dos componentes da informação e das variáveis visuais evitarem que sejam elaboradas representações com erros semiológicos, esta análise não é suficiente para garantir que o material cartográfico seja compreensível e acessível ao usuário.

O grau de interação entre o usuário e mapa depende, além da análise dos fatores já apresentados, do perfil do usuário, da complexidade do material gráfico, de sua forma de veiculação, do layout e do objetivo da representação temática.

Sampaio e Brandalize (2018) apresentam dois tipos de mapas, Mapas de Dados Geoespaciais (MDG) e Mapas de Padrões Espaciais (MPE). Segundo os autores, Mapas de Dados Geoespaciais apresentam ênfase na acurácia posicional, topológica e temática.

Seu layout é formal e a simbologia previamente definida por normas específicas. São também denominados de mapas para LER (BERTIN, 1988) e apresentam baixo grau de interação com o usuário. Objetivam responder a perguntas como: o que há em tal local, quais suas dimensões, limites espaciais, etc. Os usuários destes mapas são, em geral, especialistas. Este tipo de mapa tende a se localizar no canto superior do espaço 3D apresentado por MacEachren e Taylor (MACEACHREN; TAYLOR, 1994) (figura 88).

Mapas de uso da terra, pedológico e cartas topográficas são exemplos deste tipo de mapa.

Mapas de Padrões Espaciais (MPE) têm como objetivo a percepção de um fenômeno e de seus padrões espaciais. Apresentam elementos não perceptíveis através da consulta direta aos dados ou, quando estes se encontram sobrepostos a um conjunto numeroso de outros temas. São conhecidos como mapas para VER (BERTIN, 1988) e, similares a gráficos, pois possibilitam a aquisição de novas informações, facilitando a comunicação. Este tipo de mapa tende a se localizar no canto inferior frontal do espaço 3D apresentado por MacEachren e Taylor (MACEACHREN; TAYLOR, 1994).

Epidemias, violência, desenvolvimento socioeconômico e vulnerabilidade, são exemplos de temas apresentados nestes mapas.

Como objetivam a percepção do fenômeno e não a consulta ao dado, devem ser eficazes e diretos no processo de comunicação. Neste sentido, os autores afirmam que, se o tempo gasto na

aquisição da informação via mapa for maior do que a aquisição via tabela, sua construção será desnecessária.

Assim como os Mapas de Dados Geoespaciais, Mapas de Padrões Espaciais podem apresentar um ou muitos temas simultaneamente. Contudo, a presença de muitos elementos visuais eleva o seu grau de complexidade e reduz o grau de interação com o usuário. Nestes casos, a percepção global do fenômeno pode ser inviável ou inacessível e remeter o usuário a uma análise pontual e separada por temas, fazendo com que o mapa funcione como tabela.

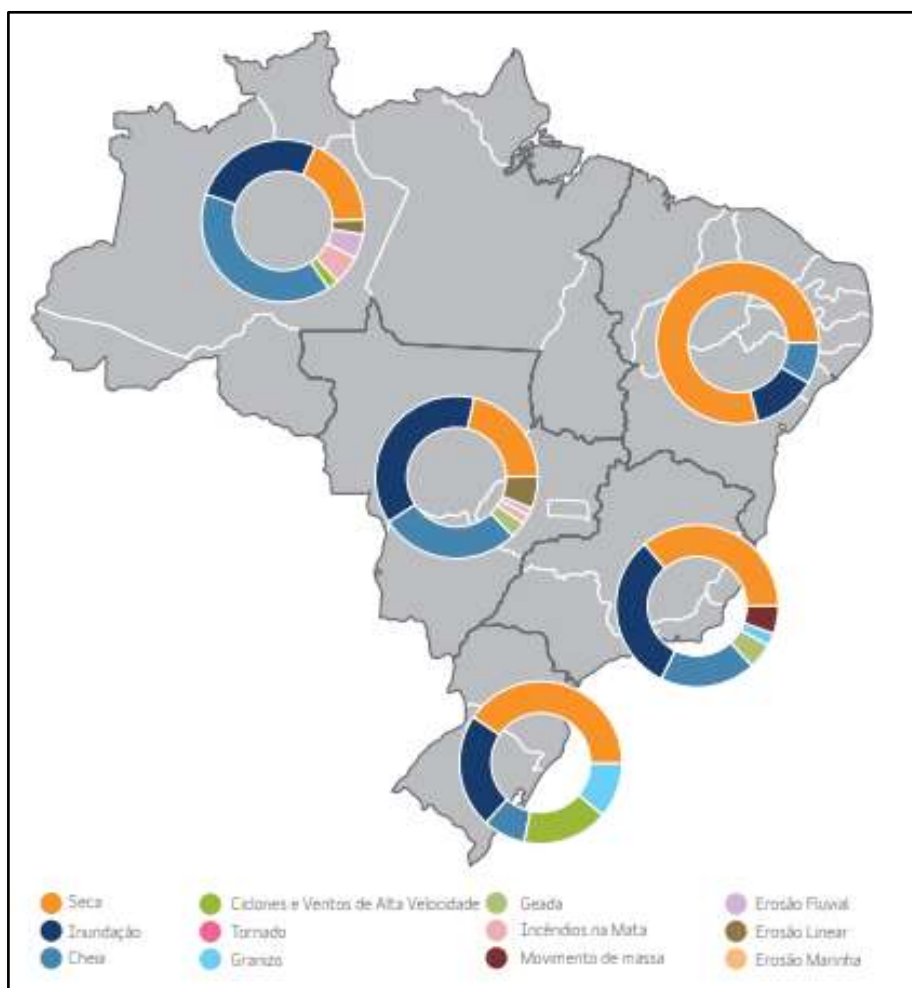


figura 89 Exemplo de mapa com excesso de dados - Fonte: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (UFSC/CEPED, 2013).

Quando há necessidade de representar muitos temas, o elaborador do material gráfico pode optar por uma coleção de mapas (temas apresentados separadamente ou disponibilizados por um número limitado de camadas que podem ser habilitadas visualmente via WEB). Em geral, este tipo de representação facilita a memorização e apresenta maior capacidade de interação com os usuários, pois transmite de forma mais simplificada a informação.

A sobreposição de mapas é outra solução possível. Contudo, quando emprega um número elevado de camadas de dados e temas, tanto em mapas impressos quanto em meio digital, pode gerar uma sobrecarga na representação cartográfica e reduzir a capacidade de compreensão, memorização e análise por parte do usuário (SAMPAIO e BRANDALIZE, 2018).

A superposição de mapas, em geral, reduz o grau de interação e o número usuários habilitados para o seu uso e compreensão. Quando necessária sua construção torna-se ainda mais relevante a realização de testes com usuários, a fim de avaliar sua efetiva capacidade de comunicação.

Outra solução a ser considerada é a produção de mapas de síntese, nos quais os temas são combinados via cruzamento de camadas, álgebra de mapas ou análise multicritério, conforme apresentado por (SAMPAIO, 2012). Esta combinação dá origem a um mapa único e, facilita o acesso do usuário à informação.

Recomenda-se que a produção do mapa considere sempre que possível, empregar o número mínimo de camadas e elementos visuais necessários para a transmissão e compreensão da

informação, evitando-se construções complexas e de difícil percepção.

5.2.2 Gestalt

Outro fator a ser considerado na produção do material gráfico diz respeito à forma como a informação é percebida pelo usuário. De acordo com a teoria da Gestalt (1890), em um primeiro momento a mente humana capta a informação como um todo e, a seguir inicia um processo de desmembramento e absorção de suas partes/elementos componentes. A interação das partes gera uma informação que é maior que a soma de suas partes.

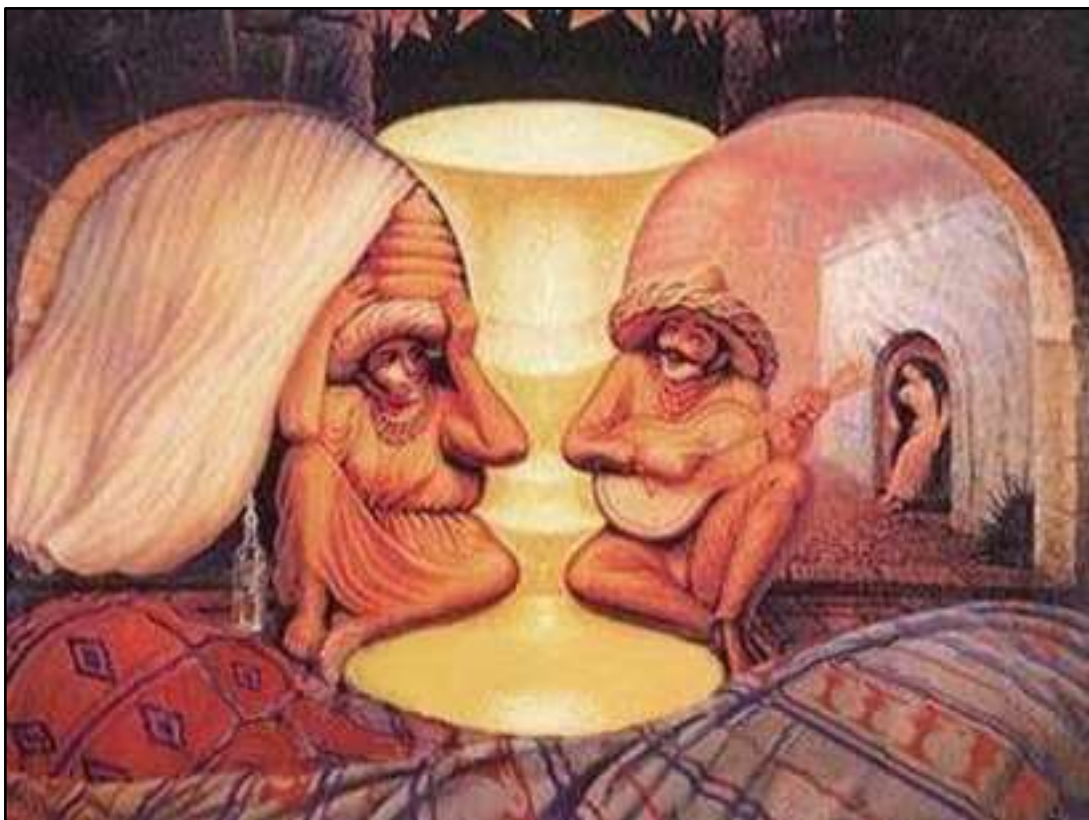


figura 90 Exemplo de processo de percepção do todo para as partes.

Fonte: <https://biaelenita.wordpress.com/2013/11/14/gestalt-e-suas-aplicacoes/>

A figura 90 ilustra o processo pelo qual o cérebro capta a informação visual. Em um primeiro momento a mente enxerga duas pessoas idosas, as quais não estão presentes na imagem. Em um segundo momento inicia-se o processo de separação das partes componentes, quando são observados o músico, as portas, etc.

A teoria da Gestalt contribui para a produção do material gráfico a partir das leis da percepção (BÜRDEK, 2010; SANTAELLA, 2001), as quais somadas as **propriedades do plano** servem de base para otimização dos elementos visuais que compõem o material gráfico (figura 91).

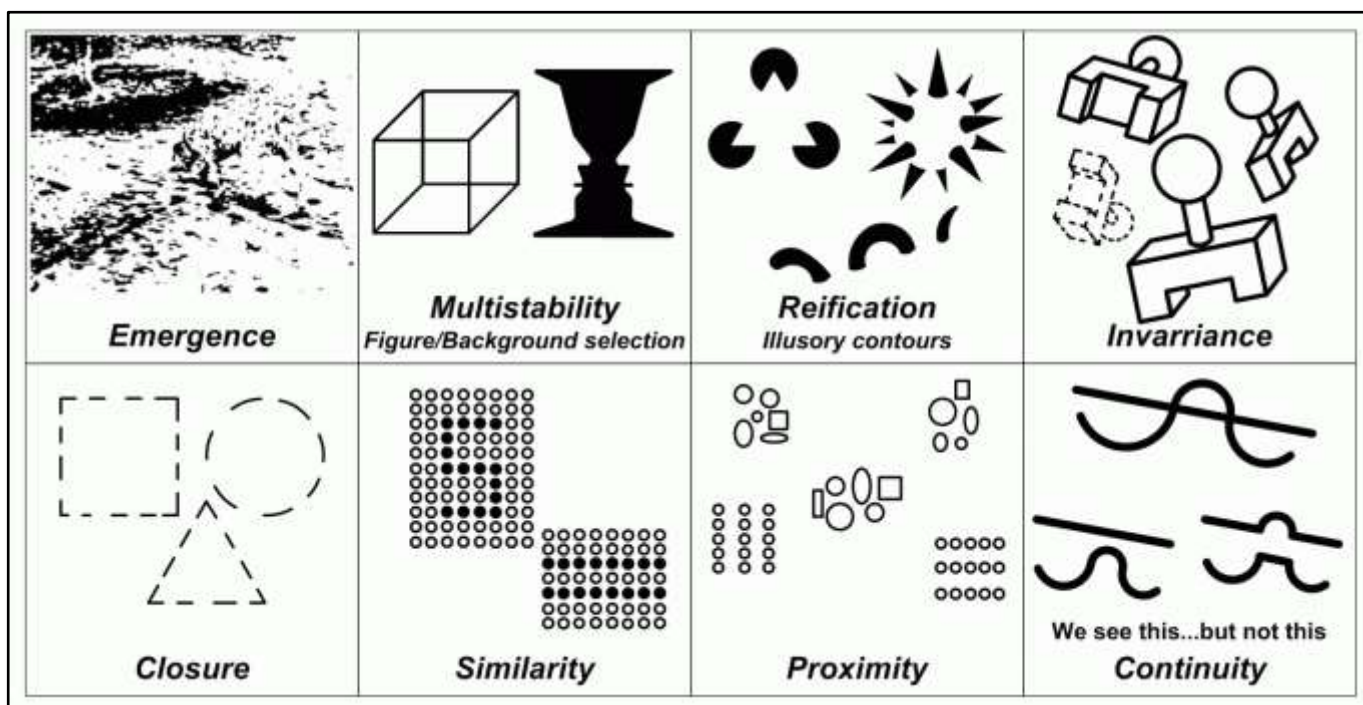


figura 91 Leis da percepção e funções complementares.

Fonte: <https://i0.wp.com/braungardt.trialectics.com/wp-content/uploads/2015/07/GestaltLaws.gif?fit=1458%2C747>

Além da noção de que a percepção se faz do todo para as partes (*emergence*), são úteis a produção dos mapas as leis da multiestabilidade (*multistability*), que adverte para a diversidade de significados que a mente humana pode produzir a partir da

combinação de certas imagens, em especial das relações do branco com o preto.

A lei da reificação (*reification*), aborda a capacidade que a mente humana possui de preencher espaços vazios, gerando novas formas e/ou preenchendo os espaços vazios com elementos mentais que apresentam relação com os elementos visualmente formados pela mente.

A lei da invariância (*invariance*), aponta para a capacidade da mente em reconhecer certos elementos, mesmo quando apresentada a partir de diferentes posições de observação.

Complementam estas leis as funções que a mente possui de produzir fechamentos de figuras (*closure*) a partir de traços descontínuos ou elementos posicionados de forma próxima, a lei do agrupamento por similaridade e, por proximidade (*similarity* e *proximity*) que revela a forma como a mente tende a agrupar figuras por similaridade e por proximidade espacial e, finalmente, a capacidade de fornecer continuidade à determinadas formas em detrimento de outras (*continuity*).

Um exemplo de aplicação destas leis é na definição de área de interesse em um mapa, a partir da sobreposição de linhas tracejadas contornando as referidas áreas (*closure* - Lei do fechamento). O uso deste recurso possibilita a sobreposição de temas, evitando a saturação visual por excesso de elementos gráficos e, a redução na capacidade de interação usuário x mapa.

5.2.2.1 *Questão de nomenclatura: mapa, carta, cartograma ou figura?*

Conceitualmente, toda representação gráfica que se destina a localizar, planejar ou visualizar dados sobre o espaço ou, o próprio espaço, é entendida como sendo um mapa e pode ser denominada desta forma (CASTI; TAYLOR, 2015; ROBINSON *et al.*, 1995).

Contudo, materiais cartográficos podem receber diferentes nomenclaturas e aplicações. Zuquete e Gandolfi (2004), trabalhando com a produção de mapas para fins de estudos geotécnicos, ao abordar as características das representações cartográficas observam que mapas e cartas quando apresentados em escalas menores que 1:100000 têm significado somente de síntese e para fins didáticos.

A observação dos autores é pautada na reduzida dimensão dos elementos presentes nestes mapas e, nos problemas decorrentes de seu uso para fins de estudo/planejamento. Para este fim, segundo os autores, mapas geotécnicos em escalas menores que 1:100000 funcionam como figuras e não como representações cartográficas adequadas ao planejamento.

Esta observação acerca da nomenclatura associada a função e as possibilidades de uso não é consenso. Tão pouco o exemplo citado serve como referência para definir a nomenclatura dos diferentes tipos de materiais cartográficos. Porém, abre espaço para a discussão sobre a denominação como indicativo de possibilidades e limitações de um mapa.

No Brasil, apesar de não ser uma regra oficial, em geral os termos mapa e carta são empregados, respectivamente, para denominar representações isoladas de um tema e/ou recorte espacial bem definido e, para séries contínuas e articuladas de folhas (IBGE, 1999; OLIVEIRA, 1987).

Nestes casos, as nomenclaturas não são condicionadas à projeção ou escala, mas à forma de apresentação e compartimentação do espaço de representação. O mapa da vegetação do Paraná ou do município de Curitiba, é uma representação individualizada deste tema para as áreas cartografadas. As cartas topográficas do IBGE ou da DSG por sua vez, são representações contínuas e articuladas, que podem apresentar diferentes escalas e áreas de recobrimento. Outra distinção possível para estes termos se refere à sua forma de articulação em relação à CIM (Carta do Mundo ao Milionésimo).

Em ambos os casos, estes mapas apresentam uma série de elementos que fornecem um caráter formal enquanto representação cartográfica. Dentre outras informações, os elementos presentes nos mesmos possibilitam aos usuários a obtenção de dados associados à métricas espaciais.

A presença da escala, de informações sobre o referencial cartográfico, sobre a localização, sistema de coordenadas geográficas, data, etc., possibilitam que diferentes usuários em quaisquer lugares do mundo possam obter métricas, posicionar novos dados sobre os mesmos ou, reposicionar estes em diferentes referenciais cartográficos.

Nestes casos, a função desempenhada pelos mapas e cartas são semelhantes, apesar das diferentes formas de representação e nomenclaturas adotadas. Contudo, nem todos os materiais cartográficos exercem as mesmas funções e possibilidades de uso.

Um mapa de anamorfose, por exemplo, não possibilita a obtenção de métricas, a sobreposição de novos dados e, por vezes, sequer permite aos usuários localizar corretamente a informação que se deseja transmitir.

O IBGE, através do seu endereço na WEB (<https://ww2.ibge.gov.br/webcart/>), possibilita que materiais cartográficos sejam produzidos para diferentes temas, como população, renda e outros. Estes materiais são denominados pelo IBGE de CARTOGRAMAS* e, não apresentam informações sobre o referencial cartográfico e a escala, por exemplo. Sua principal função é fornecer uma visualização sobre a distribuição espacial de um tema em uma determinada localidade (Mapas de Padrões Espaciais - MPE).

O termo **Cartograma** resulta da junção dos termos carta (Latim: *charta* / Grego: *Khartes* – folha para escrita) com o sufixo grama (Grego: *Gramma* – letra, signo), e pode ser entendido neste contexto como material gráfico que produz um significado.

Em inglês o termo Cartogram é utilizado, em geral, como sinônimo de mapas de anamorfose

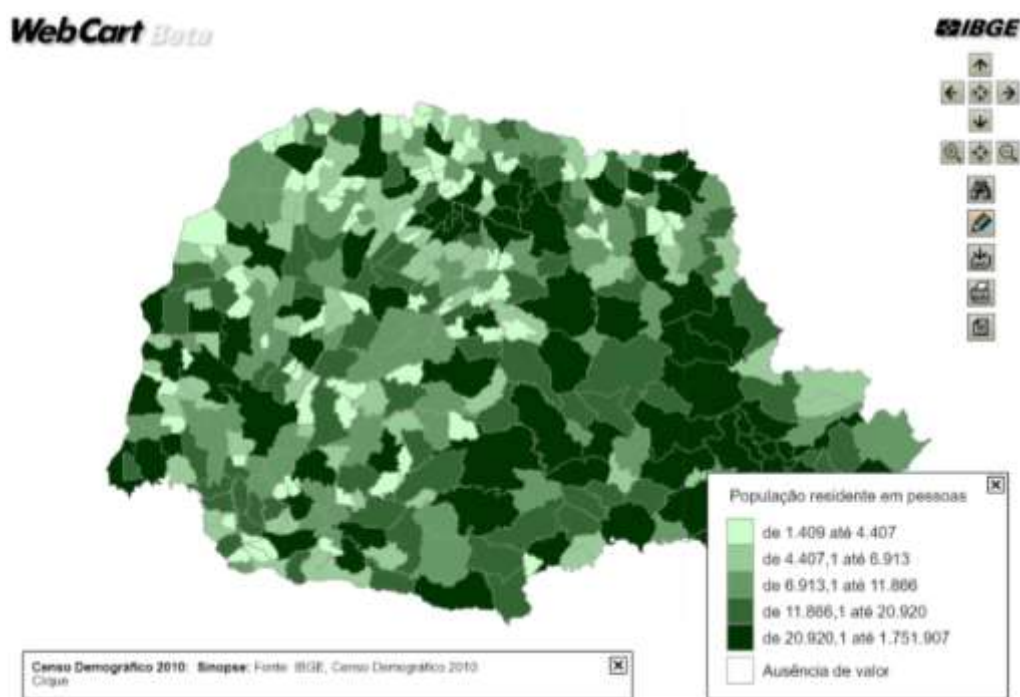


figura 92 Cartograma elaborado pelo WebCart (IBGE)

Estas representações cartográficas (figura 92) cumprem o objetivo a que se destinam, contudo, a ausência de elementos como o referencial cartográfico e outros, impossibilita seu uso para outros fins, como a obtenção de métricas ou sobreposição de novos dados.

Por vezes, são encontradas mapas em artigos científicos ou revistas de cunho jornalístico que possuem a finalidade apenas ilustrar (figura 93), sem a preocupação com o rigor cartográfico ou com outros usos que possam ser feitos com o mesmo. Nestes casos, o material cartográfico funciona como uma figura que ilustra e contextualiza espacialmente um dado/informação.



figura 93 Mapa de localização (conforme denominação utilizada pelo autor)

Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Mapa-de-localizacao-da-area-de-estudo-e-distribuicao-da-rede-de-estacoes_fig1_275274232

Conceitualmente todos estes materiais são considerados mapas, porém é possível e importante distinguir os diferentes tipos de materiais cartográficos em relação à **função** desempenhada, fornecendo ao leitor referências sobre suas possibilidades de aplicação.

Por este motivo, sugere-se o uso do termo mapa preferencialmente para os materiais gráficos que apresentem todos os elementos formais de uma representação cartográfica. Desta forma, ao nominar uma representação de mapa o elaborador fornece ao leitor a indicação de que o material apresenta os elementos necessários para situar espacial e temporalmente a informação. Ainda, que os dados contidos naquela representação fornecem subsídios para avaliação de sua origem, escala, acurácia,

dimensionamento de feições, inserção de novos dados e, reinserção e uso com outras representações cartográficas. O termo carta indica que o material possui a mesma função e características que o mapa, porém se refere a parte de uma sequência contínua, ordenada e articulada da representação do espaço.

Por ser um termo mais genérico, o termo Cartograma pode ser utilizado para nominar mapas cuja função principal é a de servir como representação do padrão espacial dos dados (MPE). Esta proposição coaduna com a nomenclatura utilizada por (TYNER, 2017) para nominar os chamados de “mapas não tradicionais”. Nesses, ainda que faltem elementos típicos de um mapa, o cartograma cumpre sua função, ou seja, transmite a informação a qual se destina. Esta proposta apresenta consonância com a forma como o IBGE, em geral, denomina seus mapas temáticos e demais materiais nos quais são fornecidas apenas informações gerais sobre os dados e, nenhuma ou, um número limitado de informações, sobre o referencial cartográfico, a escala, a localização, etc.

6 Layout e elementos gráficos

Diferentes layouts podem ser utilizados considerando o perfil do usuário e a finalidade do mapa. Na definição do layout, tanto os elementos presentes no mapa temático, quanto o surgimento e aproveitamento de espaços vazios devem ser considerados.

Sampaio e Brandalize (2018) destacam que áreas verticalizadas favorecem o posicionamento do título e demais elementos ao lado do mapa, enquanto áreas horizontalizadas sugerem a disposição destes principalmente na parte inferior do mapa, conforme se observa nas figura 94 e figura 95.



figura 94 Área horizontalizada – legenda na parte inferior.

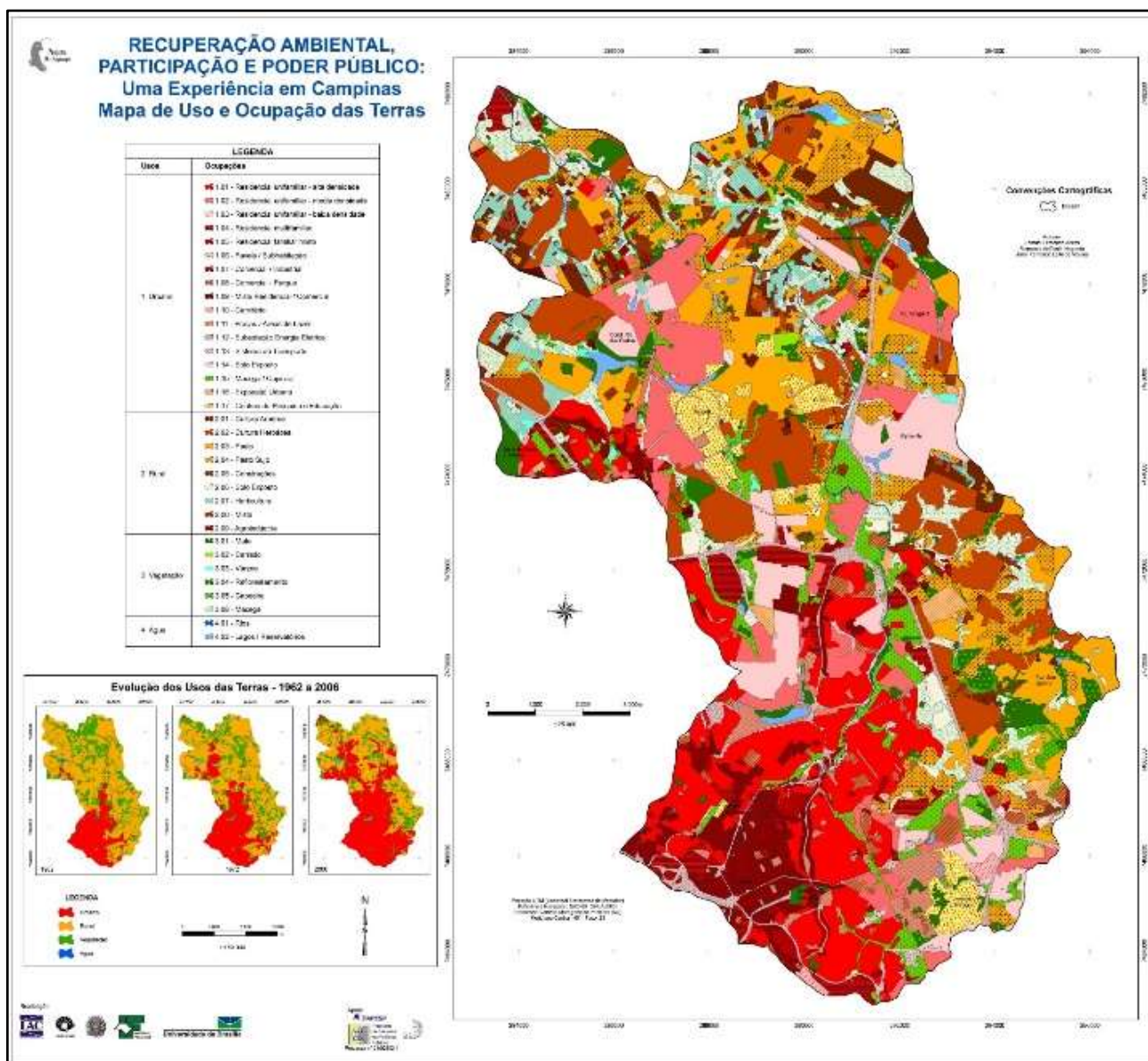


figura 95 Área verticalizada – legenda na lateral.

Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/projetoanhumas/mapas/layout_uso05.jpg

Espaços vazios no mapa podem ser preenchidos com as informações acessórias e outros elementos gráficos. A posição do mapa e dos demais elementos, também conhecida como balanço e equilíbrio, segundo (DENT; TORGUSON; HODLER, 2009), pode permitir a melhoria no tamanho dos textos e, auxiliar no processo de leitura do material gráfico.

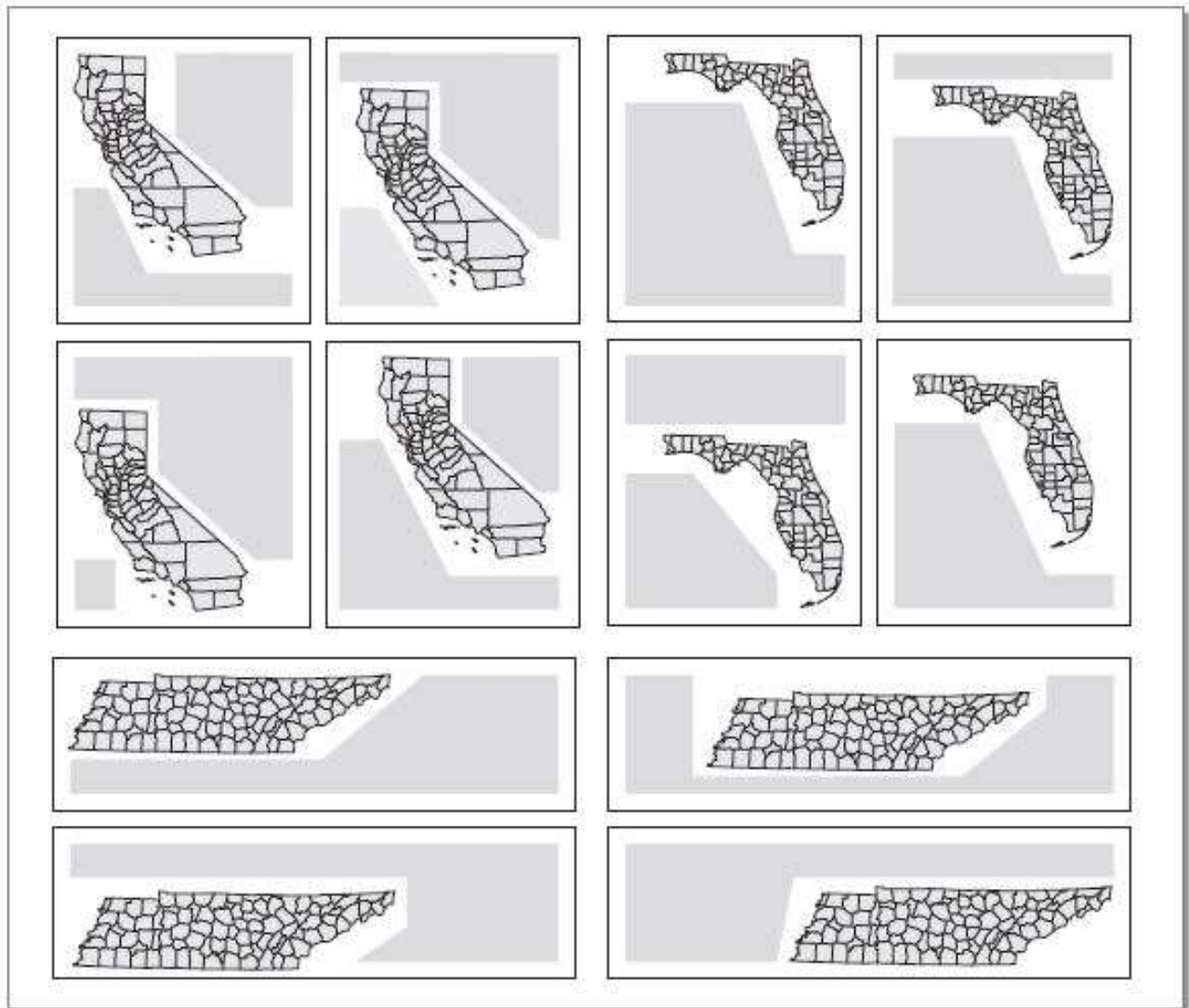


figura 96 Disposição de aproveitamento dos espaços nos mapas da Califórnia, Tennessee e Flórida. Fonte: Dent et al. (2009).

(DENT; TORGUSON; HODLER, 2009) apresenta diferentes possibilidades de disposição dos elementos gráficos do mapa (áreas em cinza na figura 96), em função “geometria” da área mapeada.

6.1.1.1 *Formato final de impressão ou disponibilização do mapa*

O layout deve ser adequado ao formato de apresentação. Um mapa em formato A0 possibilita a adição de dados auxiliares, logomarcas e outros elementos, os quais podem ser inviáveis para representação do mesmo tema/mapa em formato A4.

Alterações no tamanho do mapa finalizado modificam o tamanho dos elementos cartografados (em especial a dimensão de linhas e textos), o que pode reduzir a capacidade de percepção dos mesmos pelo usuário.

Por este motivo, **a preparação do mapa deve ser feita observando seu formato de veiculação** (A4, A3, A2, ..., etc.). O ajuste da janela do software em conformidade com o layout de impressão evita a redução ou ampliação e, conseqüente, a alteração das fontes, figuras, escala, etc.

Quando o formato de apresentação final for em meio digital, devem ser observadas a possibilidade de ampliação/redução e, no caso de veiculação via WEB, de ativação e desativação de camadas auxiliares ao processo de obtenção da informação.

Neste caso, a possibilidade de ativação de muitas camadas, simultaneamente, pode reduzir ou inviabilizar a percepção da informação pelo usuário.

Sampaio e Brandalize (2018) advertem que é fundamental o planejamento dos níveis de zoom e das possibilidades de combinação e sobreposição de camadas. Ainda, advertem que mapas impressos, digitais e webmapas apresentam distintos padrões de percepção, níveis de contraste e possibilidades de dimensionamento. Portanto, devem ser pensados de forma diferenciada, observando-se sempre a forma de disponibilização pretendida e o perfil do usuário.

6.1.1.2 Disposição e dimensionamento dos elementos presentes no mapa

A percepção do tema cartografado é feita em um primeiro momento, pelo conjunto dos elementos apresentados, portanto imagens que possam desviar a atenção do usuário devem ser evitadas.

Os **diferentes elementos físicos e textuais** que compõem o mapa **devem ter sua dimensão definida** em consonância com o seu **grau de importância**. Alguns elementos são considerados essenciais em um mapa, porém, nem todos elementos apresentam mesmo grau de importância e alguns podem ser suprimidos sem prejudicar a apresentação da informação cartografada.

Cabe observar que **todos** os elementos textuais presentes em um mapa **devem possuir dimensões** que garantam sua **legibilidade**. Neste sentido, mesmo sabendo que a princípio todo mapa deve ser produzido em seu formato final de disponibilização, o dimensionamento das fontes deve levar em consideração a possibilidade de o mapa poder sofrer, em função de ajustes para publicação, pequenas alterações em suas dimensões.

O elemento que deve ocupar o maior espaço em uma representação cartográfica é o tema central, ou seja, a informação que está sendo transmitida no mapa. Apesar de parecer óbvia esta observação, são comuns os mapas nos quais o tema central acaba por ocupar área menor que a ocupada por informações secundárias como encartes e logomarcas.

Os espaços destinados aos elementos gráficos não devem ocupar área maior que aquela reservada para apresentação do tema central. **As dimensões e a disposição dos elementos e das fontes** (textos) presentes no mapa **devem seguir uma hierarquia baseada na relevância** que cada um ocupa na composição da informação (figura 97).

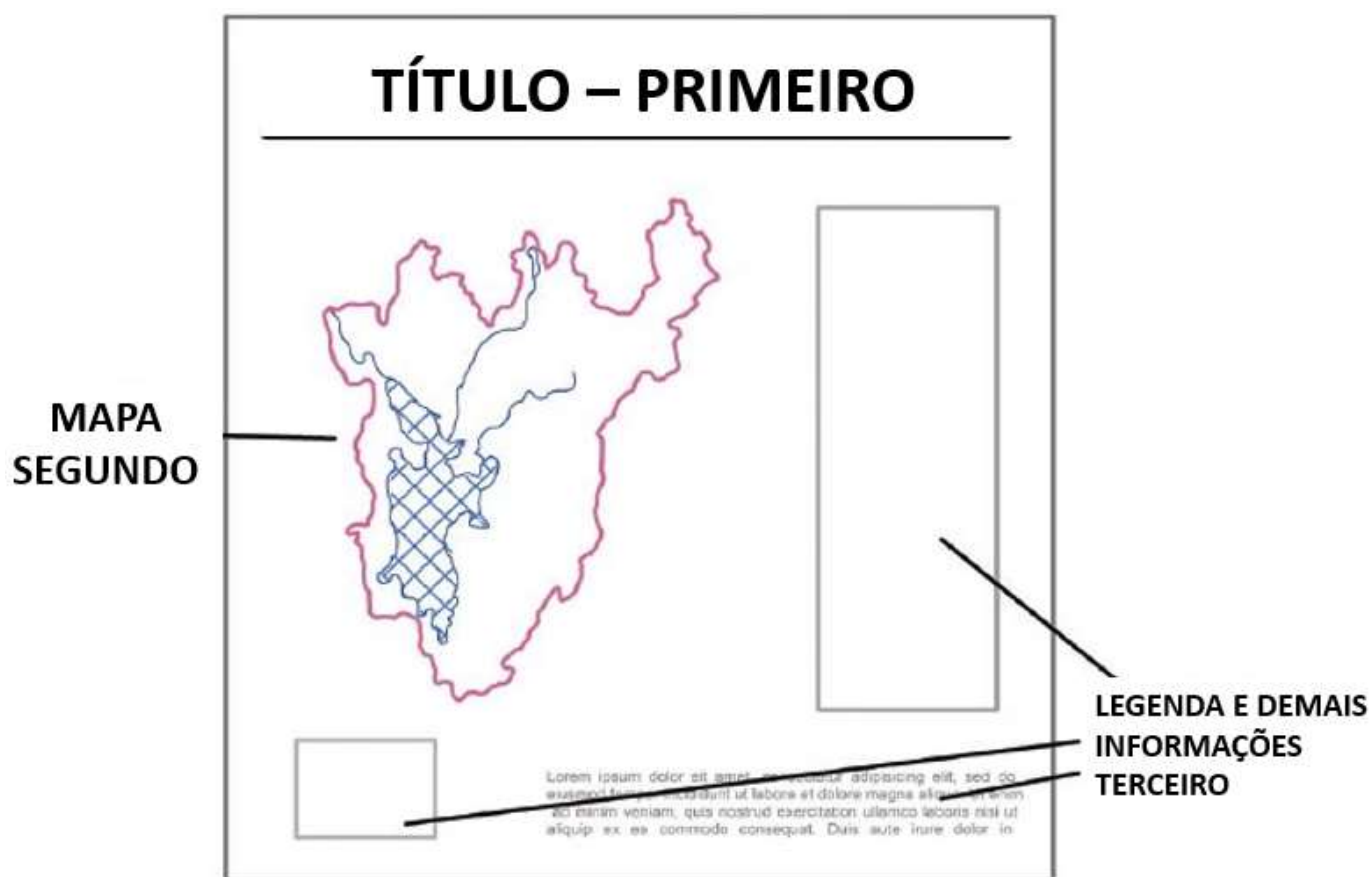


figura 97 Dimensão e disposição dos elementos no mapa obedecendo a relevância e ordem de leitura do usuário, adaptado de Peterson (2014).

O **título** e subtítulo (quando necessário), são as primeiras informações textuais a serem absorvidas pelo usuário e, portanto, as mais relevantes. Devem apresentar o maior tamanho de fonte no layout final e, quando possível devem responder as perguntas: o que? aonde? e quando?

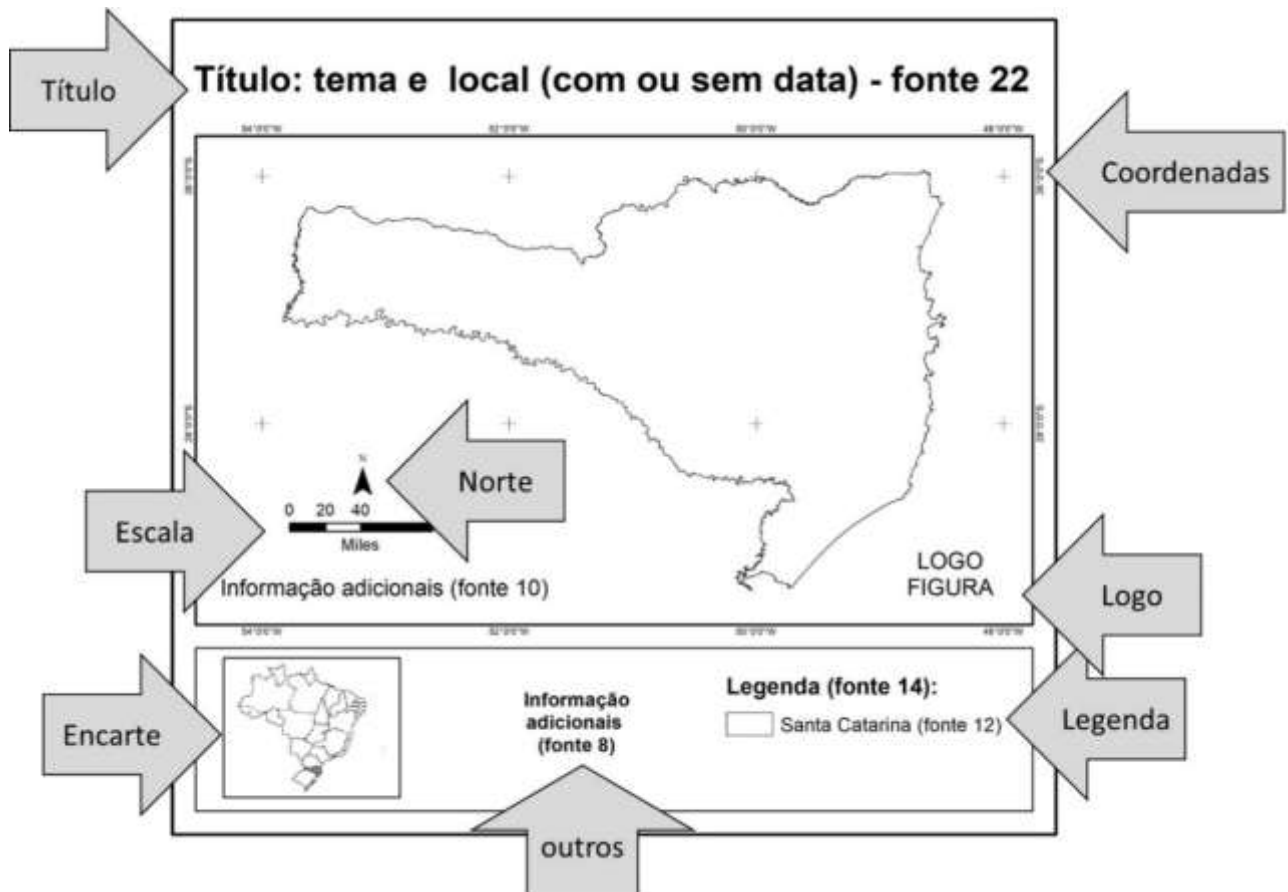


figura 98 Exemplo de dimensionamento dos elementos e textos de acordo com a relevância - Fonte: Sampaio e Brandalize (2018).

A **legenda** é o segundo elemento textual e gráfico mais importante em um mapa. Deve fornecer subsídios para identificação dos assuntos apresentados. Nenhum assunto ou elemento apresentado no material gráfico deve ficar sem sua identificação junto à legenda, pois caso não seja possível sua identificação, sua presença junto ao material gráfico será inútil.

A legenda deve ser coerente com o modo de implantação. Mapas que utilizam superfícies contínuas devem apresentar legenda contínua, indicando que não há interrupção nos valores. Caso a superfície contínua seja discretizada em classes de valores, a legenda deverá utilizar caixas geminadas. Estas caixas indicam que as interrupções do fenômeno são apenas em função da discretização e, que todos os valores se encontram presentes no mapa. Mapas de

superfície discreta devem apresentar legenda em caixas separadas (TYNER, 2017). Este tipo de legenda remete a noção de superfície naturalmente discreta (figura 99).

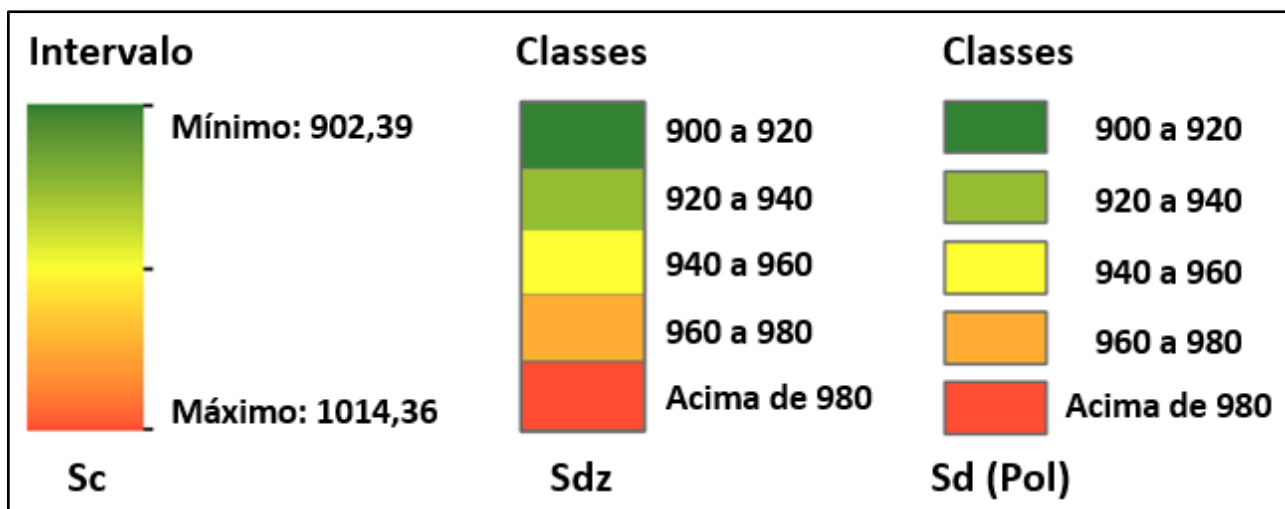


figura 99 Tipos de legendas: contínua, discretizada (caixas geminadas) e discreta (caixas separadas).

A **disposição** dos elementos (ponto, linha e polígono) na legenda deve ser feita em função das geometrias utilizadas. Pontos, quando presentes no mapa, devem ser a primeira camada a compor a legenda, seguidos de linhas e polígonos. Contudo, o tema central do mapa deve apresentar destaque na legenda sobre as informações acessórias, facilitando sua percepção pelo usuário e, dependendo da necessidade esta sequência pode ser desconsiderada.

Por vezes, temas de uma mesma camada de dados podem se sobrepor sem que isso configure um erro de topologia (*overlap*). Por exemplo: em uma camada de dados de uso da terra, a vegetação (tema 1) pode se sobrepor em determinados locais à alguns corpos d'água (tema 2), sem que isto se configure como um erro. Isto porque, no espaço real podem ser observadas áreas de vegetação

que ocorrem em locais alagados temporariamente ou permanentemente.

***Erro de topologia do tipo *overlap*:** corresponde a sobreposição indevida de duas camadas de dados vetoriais.

Nestes casos, ou seja, na existência de temas de uma mesma camada que naturalmente se sobrepõe, a ordem na qual cada tema deve ser desenhado no mapa (se sobrepor), pode ser resolvida a partir de duas soluções:

1. a partir da separação dos temas em diferentes camadas e, a partir desta, pela definição da ordem na qual as diferentes camadas de dados serão sobrepostas (desenhadas) na “janela de camadas” do software (figura 100) ou,
2. uma vez mantidos os temas em uma camada única, a definição da ordem pela qual os temas devem ser sobrepostos pode ser feita pelo controle no nível dos símbolos (função disponível nos softwares QGIS® e ArcGIS®) (figura 101 e figura 102).

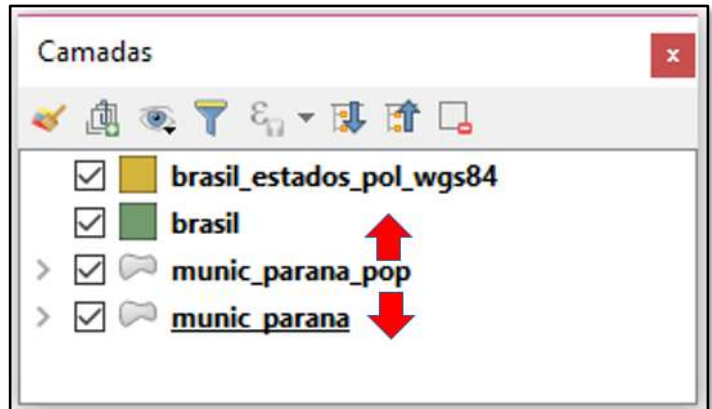
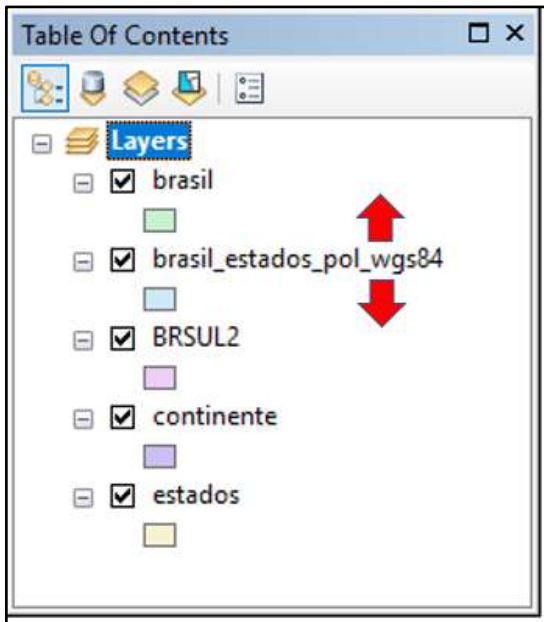


figura 100 Janelas de controle das camadas - espaço para organização da ordem das camadas de dados – ArcGIS® e (esquerda – *Table of Contents - Layers*) e, QGIS® (direita – *Camadas*).

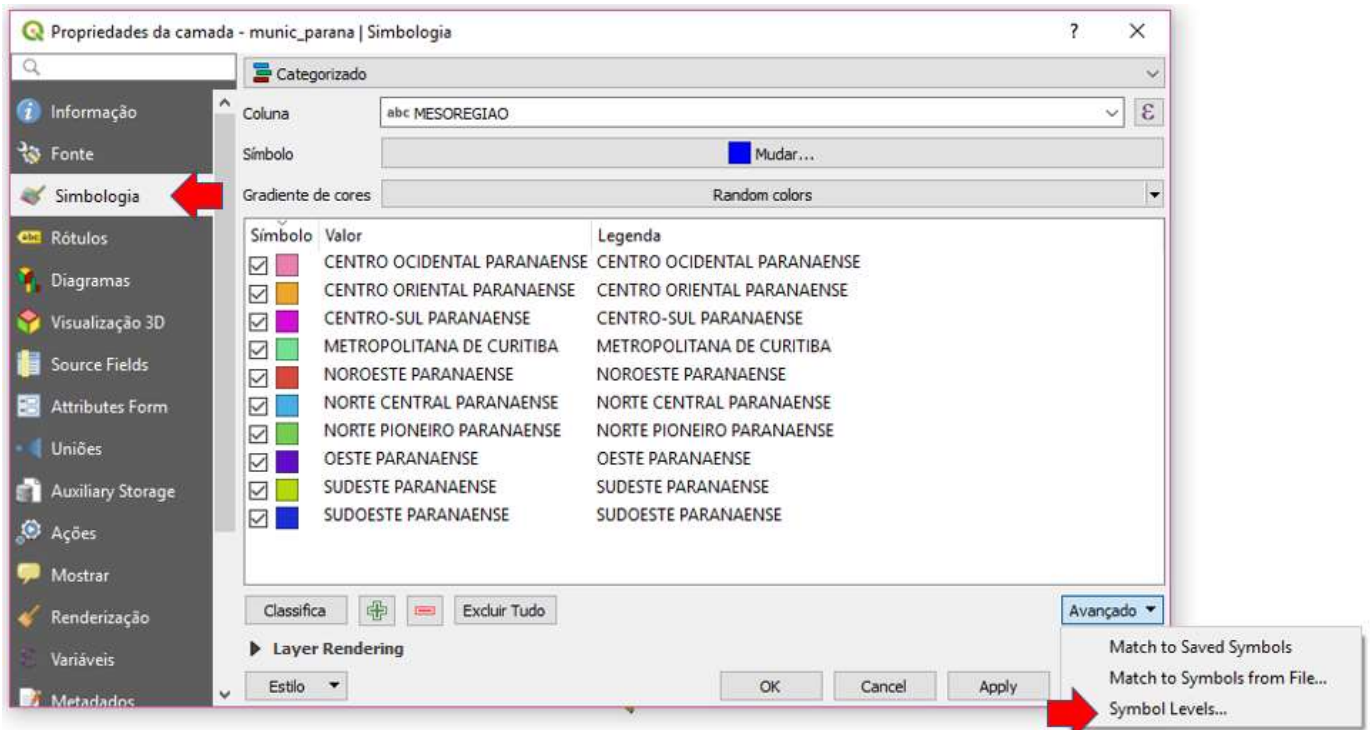


figura 101 Controle da ordem de sobreposição dos temas em camada única de dados - QGIS®.

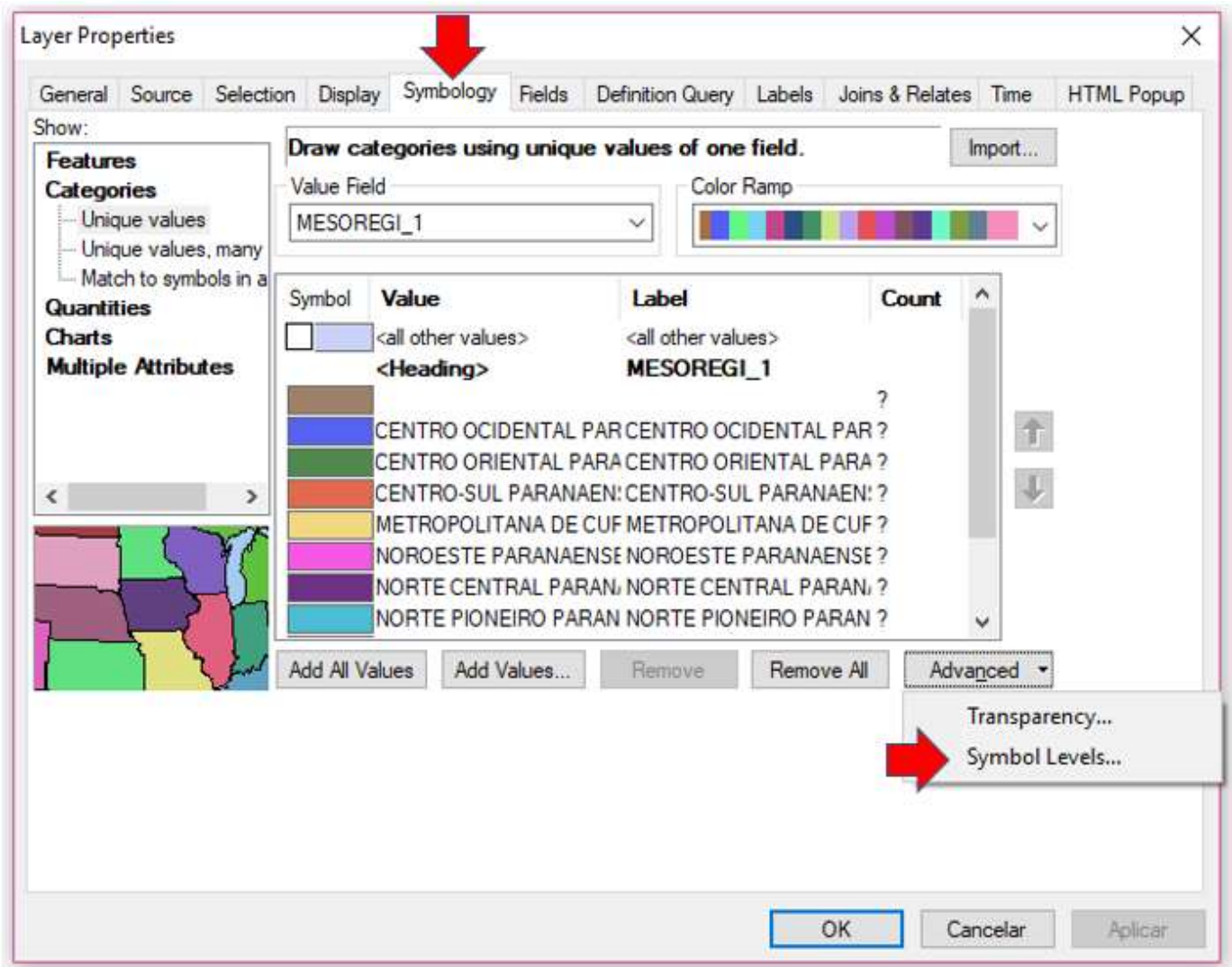


figura 102 Controle da ordem de sobreposição dos temas em uma camada de dados - ArcGIS®.

Também é possível criar (figura 103), editar, compartilhar, exportar (figura 104) e importar simbologias para compor a legenda dos mapas. Isto possibilita que diferentes mapas e usuários possam utilizar legendas padronizadas ou comuns à um tema.

Enquanto o ArcGIS® trabalha com o formato padrão de extensão "LYR", o QGIS® utiliza o formato "SLD" (*Styled Layer Descriptor*). O SLD é um formato aberto utilizado em serviços de mapas via WEB (WMS), sugerido pelo *Open Geospatial Consortium* (OGC) e, compatível com dados vetoriais e matriciais. O

programa (*plugin*) [ArcGIS-map to SLD converter](#) permite a conversão entre os formatos de legendas lyr e sld.

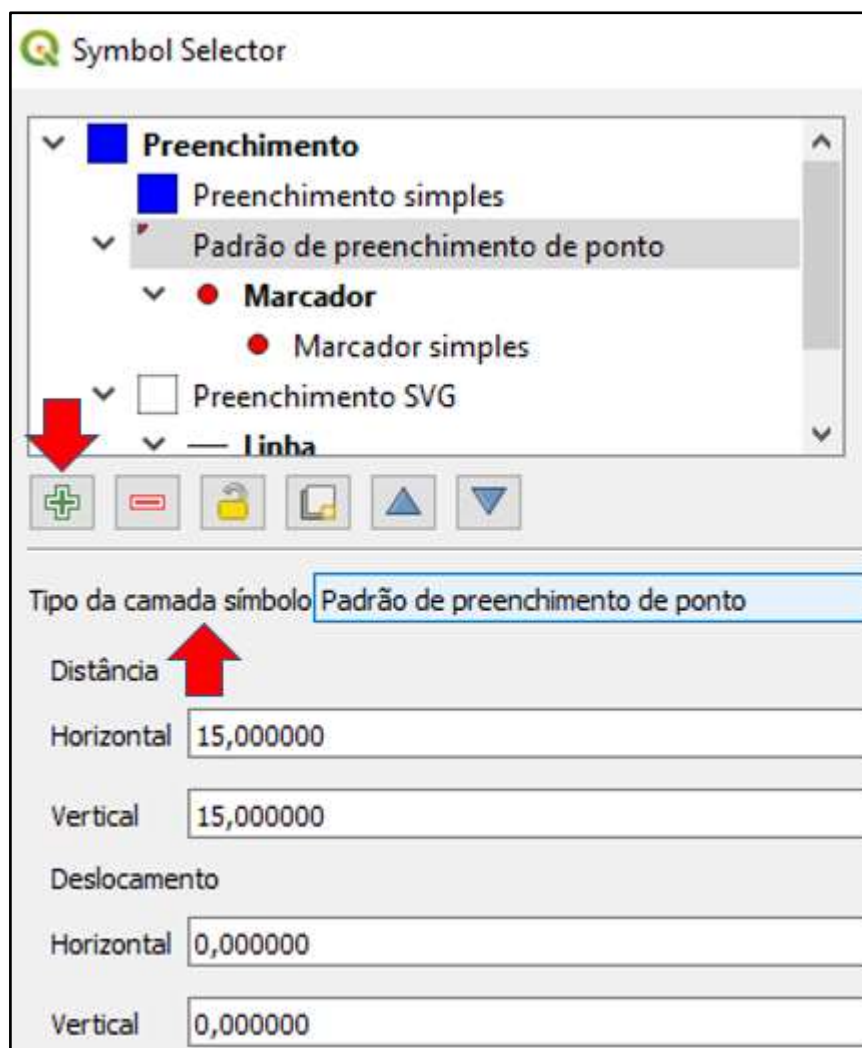


figura 103 Criação e edição de simbologia - QGIS®.

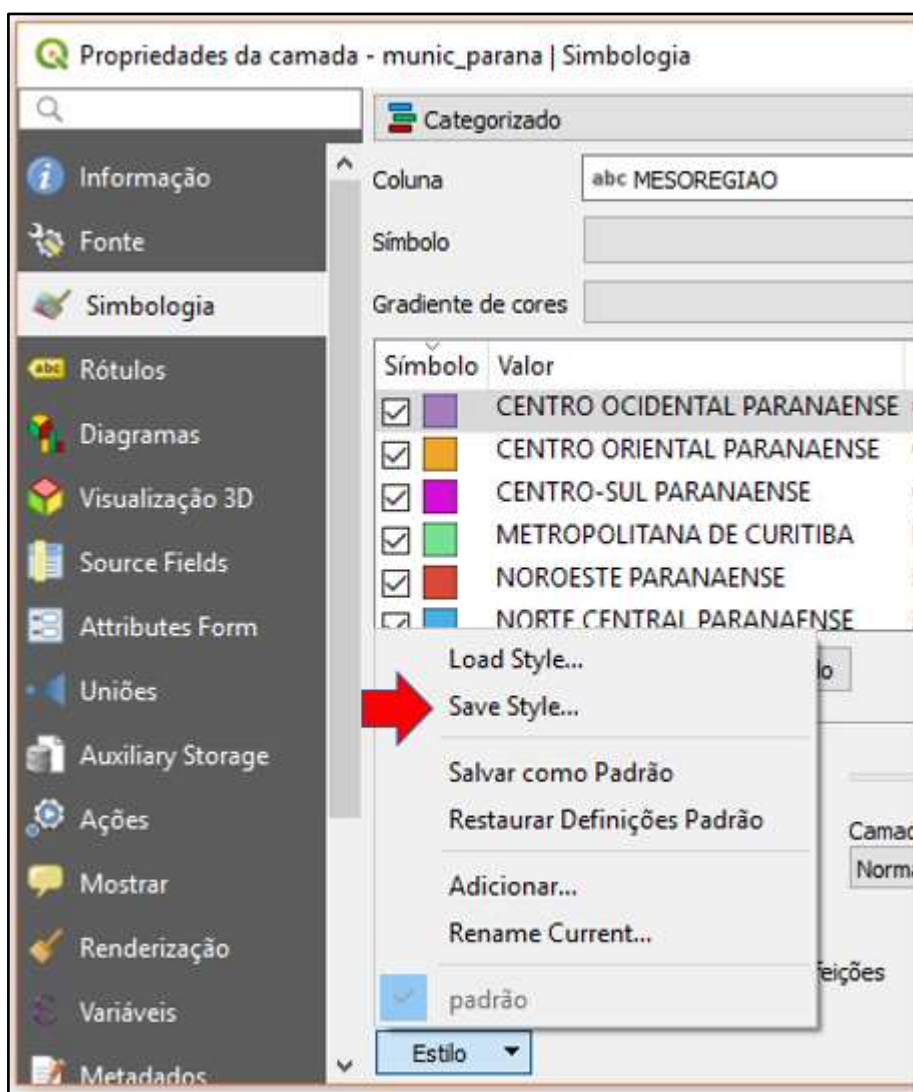


figura 104 Exportação de simbologia em formato sld - QGIS®.

A **orientação** é a direção de referência adotada e pode utilizar o Norte Geográfico ou Verdadeiro, Norte Magnético ou, Norte da Quadrícula. Em mapas temáticos deve-se ter o cuidado quando empregar o Sistema UTM (Universo Transverso de Mercator), uma vez que neste caso, o norte apresentado é o da quadrícula (NQ) e não o Geográfico (N ou NG). Em Mapas de Padrões Espaciais a indicação do Norte é em geral, uma referência acessória. Portanto, deve ser discreta e possuir dimensão relativa ao seu grau de importância.

A **referência espacial** compreende as informações sobre o referencial cartográfico adotado (projeção cartográfica, *Datum*, Fuso, etc.) e a localização do fenômeno. A localização pode ser fornecida por coordenadas geográficas ou pelo uso de encartes. Coordenadas, podem ser adicionadas nas laterais do mapa e indicadas por marcas laterais (internas ou externas), linhas (paralelos e meridianos ou grade de coordenadas – ex.: UTM) ou, a partir de cruzetas.

Encartes podem ser utilizados para diferentes finalidades, como: para fornecer a referência espacial (figura 105), para detalhamento de um local específico (com foto ou mapa em escala maior) ou, para adequação da representação às dimensões dos elementos cartografados (figura 106). Encartes devem possuir dimensões compatíveis com a sua importância para geração da informação e, portanto, não devem apresentar dimensões superiores ao do tema central a ser representado.

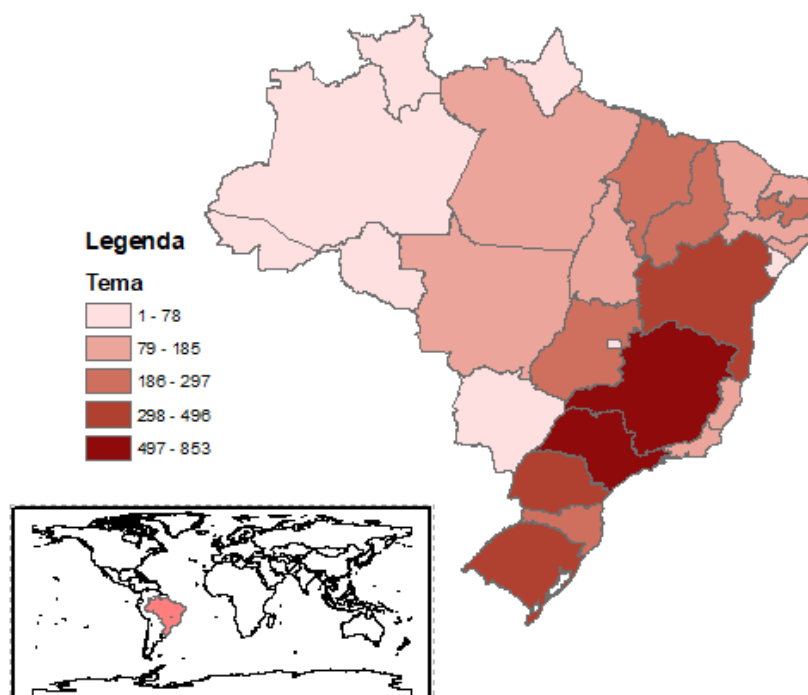


figura 105 Exemplo de encarte para localização

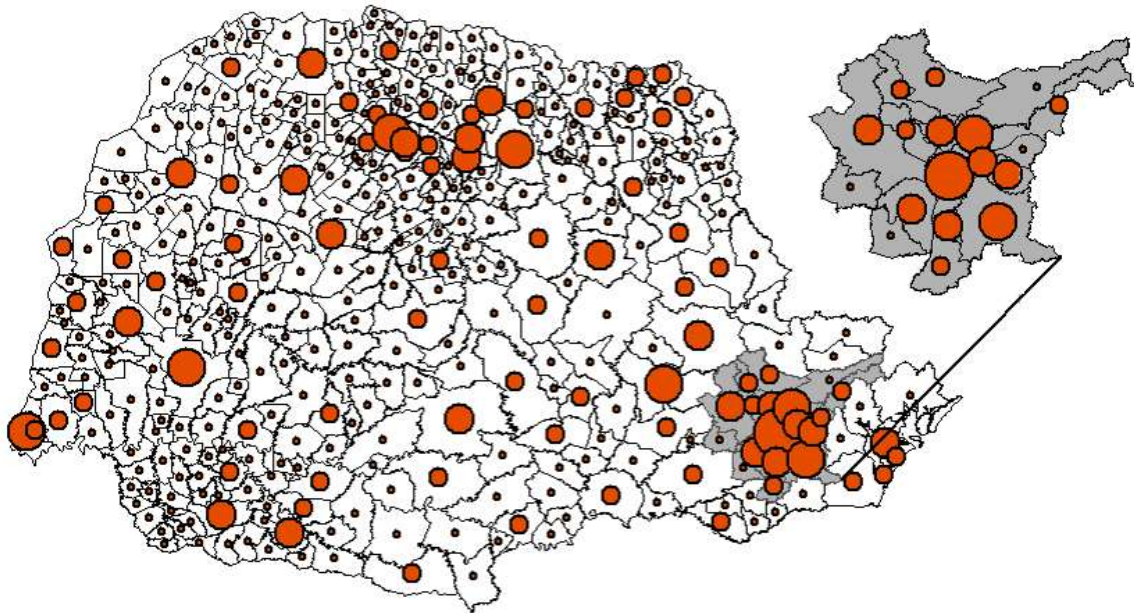


figura 106 Encarte para desconcentração dos dados

Quando utilizado para detalhar áreas específicas, pode demandar a construção de um mapa adicional, ou seja, a produção de um novo mapa ou de uma coleção de mapas.

Em mapas de padrões espaciais a **escala**, em geral, apresenta função acessória. Escalas **numérica** e **gráfica** (ver SAMPAIO e BRANDALIZE, 2018 sobre como definir escala em dados geoespaciais) possuem papéis distintos na representação temática. A numérica indica a qualidade ou grau de refinamento com o qual os dados foram produzidos, enquanto a gráfica fornece a relação de proporção da área mapeada com a do universo real.

Como durante a publicação em revistas, livros e artigos, em geral o mapa é reduzido ou ampliado para visualização (em meio digital), a presença da escala **numérica** permite ao usuário entender como e porque determinados dados foram obtidos, representados ou ocultados, bem como serve para avaliar a qualidade relativa ao posicionamento dos mesmos.

Em mapas que integram artigos, relatórios ou documentos técnicos impressos em A4, A3 ou superior, torna-se ainda mais relevante a escala numérica em par com a escala gráfica. Enquanto a escala gráfica fornece a proporcionalidade e informa a escala de impressão da representação temática, a escala numérica informa ao usuário a acurácia posicional dos dados e, conseqüentemente, a qualidade com a qual o estudo/levantamento foi feito.

Mapas de anamorfose, por sua vez, **não** devem utilizar a indicação de escala, pois a dimensão e proporcionalidade das formas representadas é obtida em função dos atributos.

Cada informação apresentada em mapa temático possui seu referencial de tempo, o que pode ser uma **data** específica, ou um **intervalo de tempo**. Quando o mapa apresentar mais de um tema, deverá observar a necessidade de apresentar corretamente a data/período relativo a cada um dos elementos representados.

Fonte é a referência aos responsáveis pela informação e autoria e, a quem confecciona o material gráfico. Estas informações devem, preferencialmente, estar presente no mapa. Quando a fonte é desconsiderada, o autor do material gráfico será assumido como responsável pela informação. O autor pode ser pessoa física e/ou jurídica que confecciona ou contrata a confecção do material gráfico.

Mapas temáticos podem ser feitos sem ou, com uma ou mais **molduras**. Estas podem ser utilizadas para definir o referencial de localização, ou separar áreas específicas do mapa, como as destinadas à legenda, título, etc.

6.1.1.3 *Imagens parasitas*

Considera-se imagem parasita toda imagem que não possui relação direta com o tema apresentado ou não possui referência junto à legenda. As imagens parasitas, comumente presentes em livros didáticos e mapas para fins comerciais e recreativos, são representações sem finalidade consultiva, não compondo a informação e servindo apenas como adereço.

Bertin (1967) afirma que a informação central a ser transmitida deve ser livre de ruído para ser corretamente compreendida, ou seja, qualquer elemento que possa gerar dúvidas quanto ao significado a ser transmitido deve ser evitado.

Apesar das inúmeras possibilidades de ornamentação fornecidas pelos recursos da área de informática, a apresentação do mapa final deve se restringir aos elementos essenciais para a sua compreensão, evitando-se ao máximo a presença de figuras e outros adornos que possam gerar confusão ou retirar importância da informação central.

A presença, no mapa, de qualquer elemento que não possa ser identificado pelo leitor ou que não esteja presente na legenda, é considerada desnecessária e polui a representação cartográfica desviando o foco do usuário, gerando ruído na comunicação e reduzindo a capacidade de percepção do tema central.

Resumindo, todos os elementos visuais presentes em mapas devem ser dimensionados de forma compatível com seu grau de importância e, elementos acessórios devem ser discretos e nunca maiores ou mais destacados que o tema central cartografado.

6.1.1.4 Camadas de dados: rótulos, nível de contraste e relevância dos temas

Rótulos são informações que acompanham a representação temática. Servem como auxiliares para referência espacial, para a leitura dos dados ou, até mesmo para substituir a legenda.

Devem apresentar tamanho de fonte proporcional ao grau de importância que o dado possui para produção da informação. Podem se localizar no interior ou na parte externa da figura correspondente. Aqui vale a observação feita, anteriormente, acerca da dimensão e legibilidade dos elementos textuais.

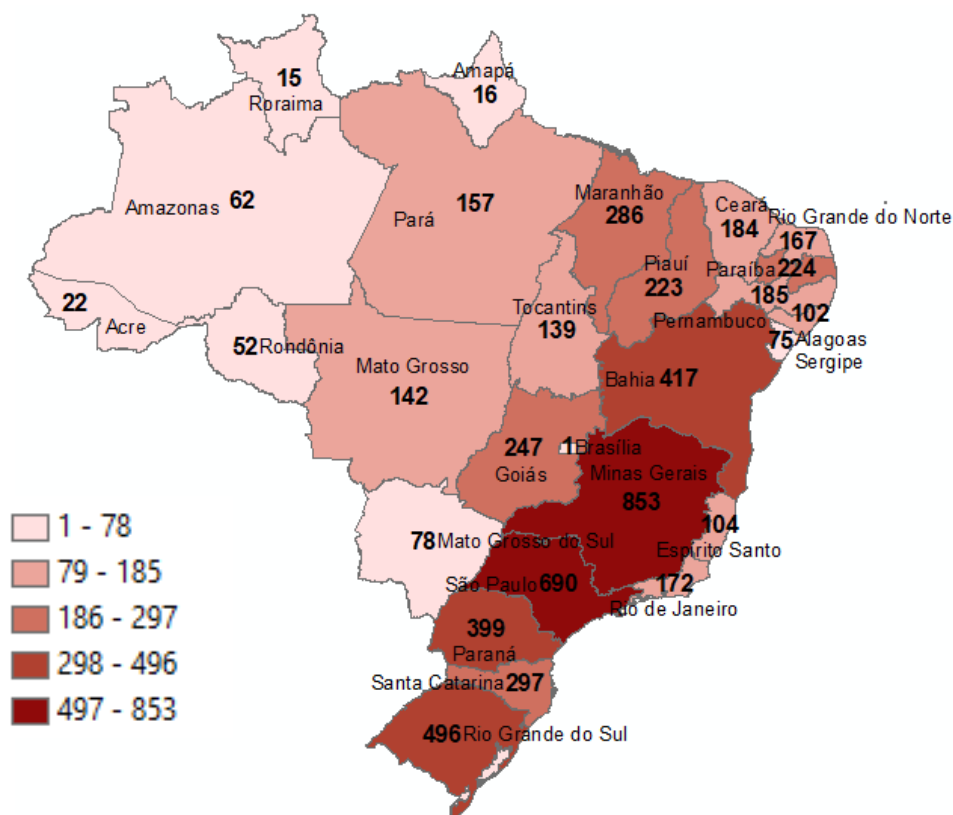


figura 107 Rótulos complementares à legenda (rótulo de dados e localização)

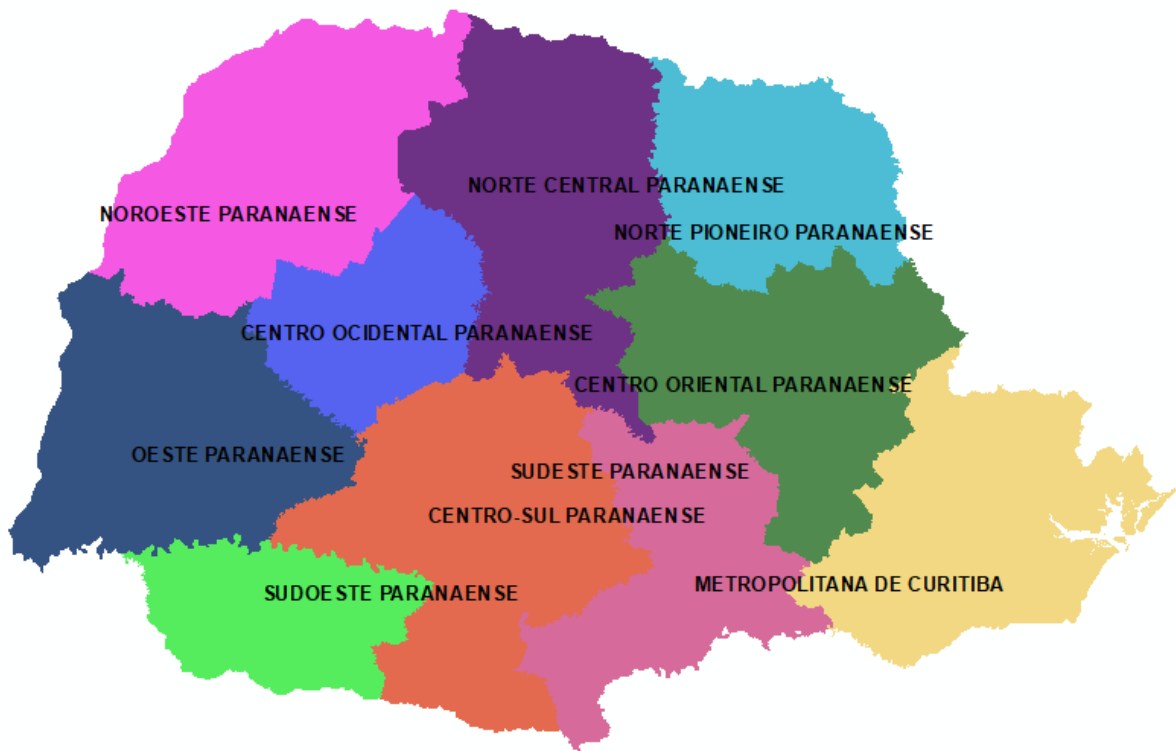


figura 108 Rótulos de localização – substituindo a legenda

Rótulos podem fazer uso das variáveis visuais cor: matiz e saturação e, tamanho (figura 109). No primeiro caso o objetivo é possibilitar a separação ou agrupamento dos temas e facilitar o rastreo visual dos mesmos. No segundo caso (tamanho), os rótulos podem apresentar diferentes tamanhos de fonte indicando a hierarquia que o elemento/tema possui em relação à informação cartografada ou, reforçar a noção de quantidade associada aos dados cartografados.



figura 109 Exemplos de combinação de variáveis visuais com rótulos

6.1.1.5 Nível de contraste e relevância

A produção de mapas temáticos em SIG pode demandar a duplicação de camadas de dados e/ou sua separação, de forma a permitir a aplicação correta das variáveis visuais. Isto porque, cada tipo de dado a ser cartografado demanda um tratamento gráfico específico.

Também é possível especificar diferentes níveis de contraste para cada tema ou camada de dados. Esta função é útil para dar destaque a informação central do mapa e acelerar o processo de percepção da mesma (figura 110 e figura 111).

A diferenciação dos níveis de contraste é obtida a partir do controle da transparência das camadas de dados. Nestes casos, o uso de diferentes níveis de transparência direciona o olhar e a percepção dos usuários do mapa, facilitando a compreensão do fenômeno cartografado.

Em ambiente SIG as funções de transparência são acessadas a partir das propriedades da camada e, podem ser utilizadas também para encartes e demais elementos visuais.



figura 110 Funções de ajuste do nível de transparência das camadas de dados: Interface do QGIS®

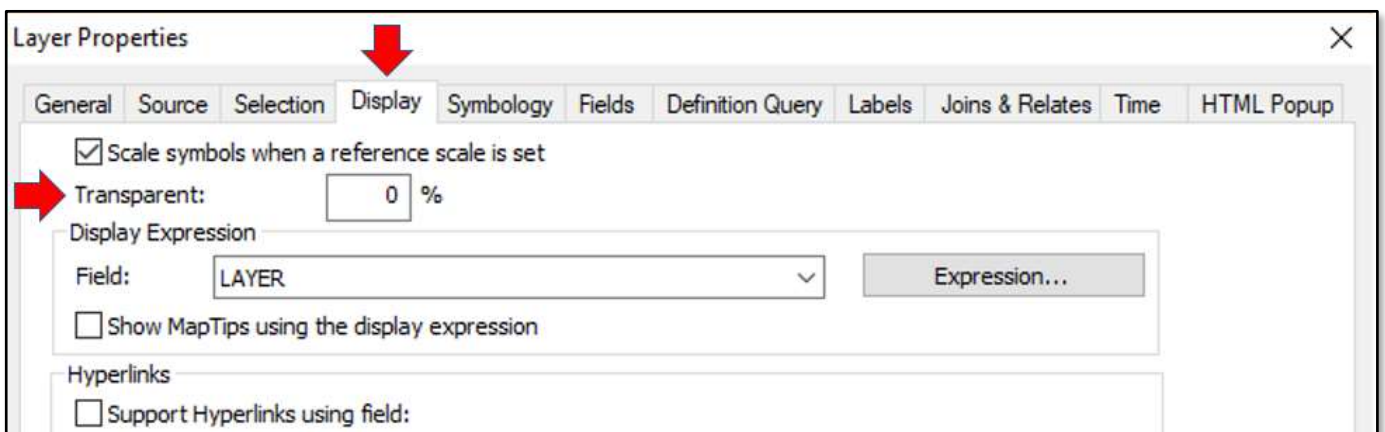


figura 111 Funções de ajuste do nível de transparência das camadas de dados: Interface do ARCGIS®

6.1.1.6 Modelos de layouts

A forma final do mapa (layout), pode apresentar diferentes configurações. Os modelos ou “*templates*” como são chamados, podem ser mais formais (“tradicionalistas”) ou informais e artísticos.

O elaborador do mapa pode, em função do tema e da finalidade da representação, buscar na WEB diferentes modelos para utilizar como referência. A seguir, são apresentados exemplos de modelos encontrados na WEB.

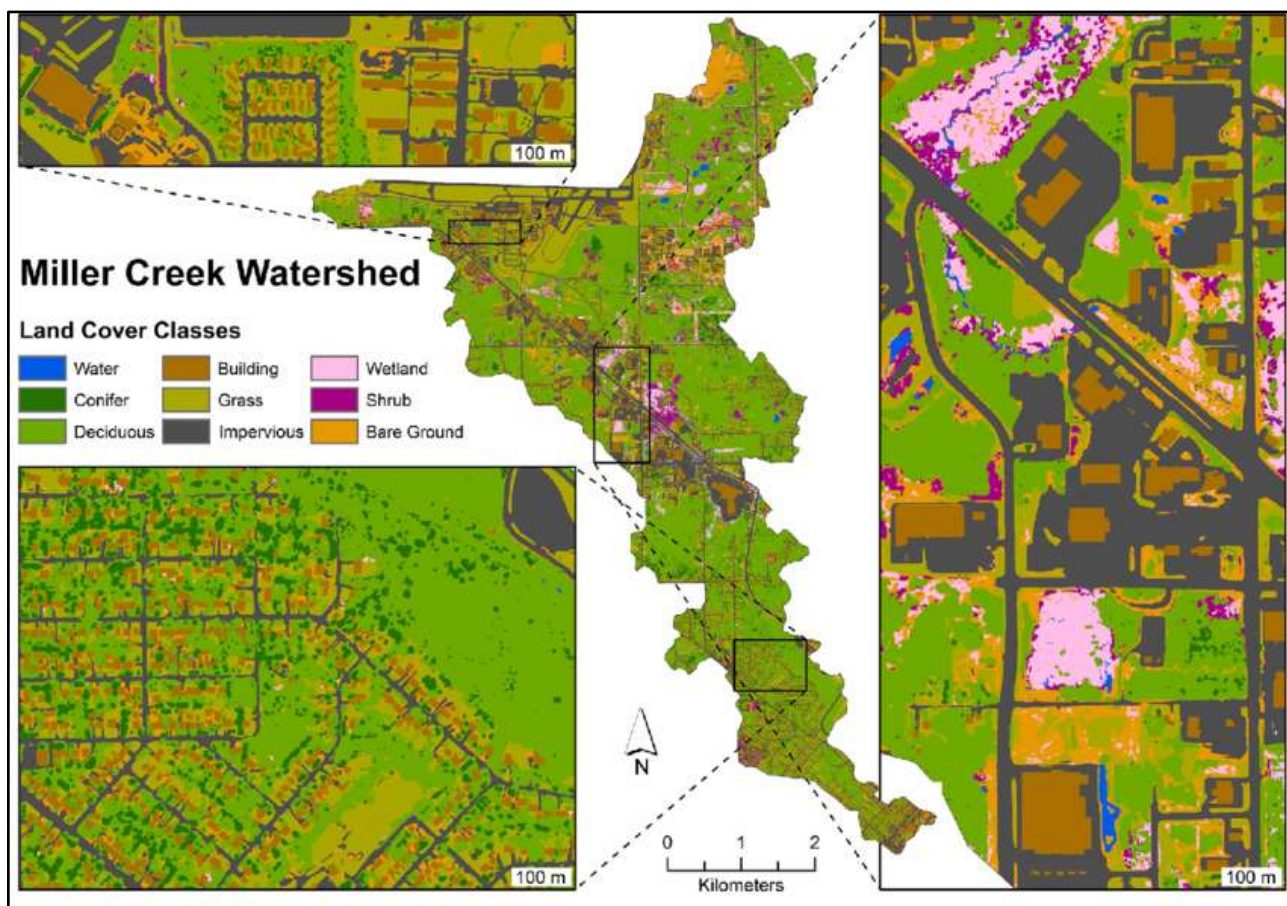


figura 112 Layout - Modelo com múltiplos encartes

Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Kirk_Stueve2/publication/269093863/figure/fig2/AS:392214179008517@1470522555929/High-resolution-land-cover-maps-of-Miller-Creek-based-on-object-based-image-analysis.png

O cartograma acima (figura 112 - Classes de uso da terra na bacia hidrográfica de Miller Creek) apresenta layout informal e, ausência do título, o qual pode ser inferido a partir da legenda. Destaca-se neste material a forma de disposição do tema central, da legenda e dos encartes, que objetivam aproveitar ao máximo os espaços vazios decorrentes da “geometria” da área mapeada.

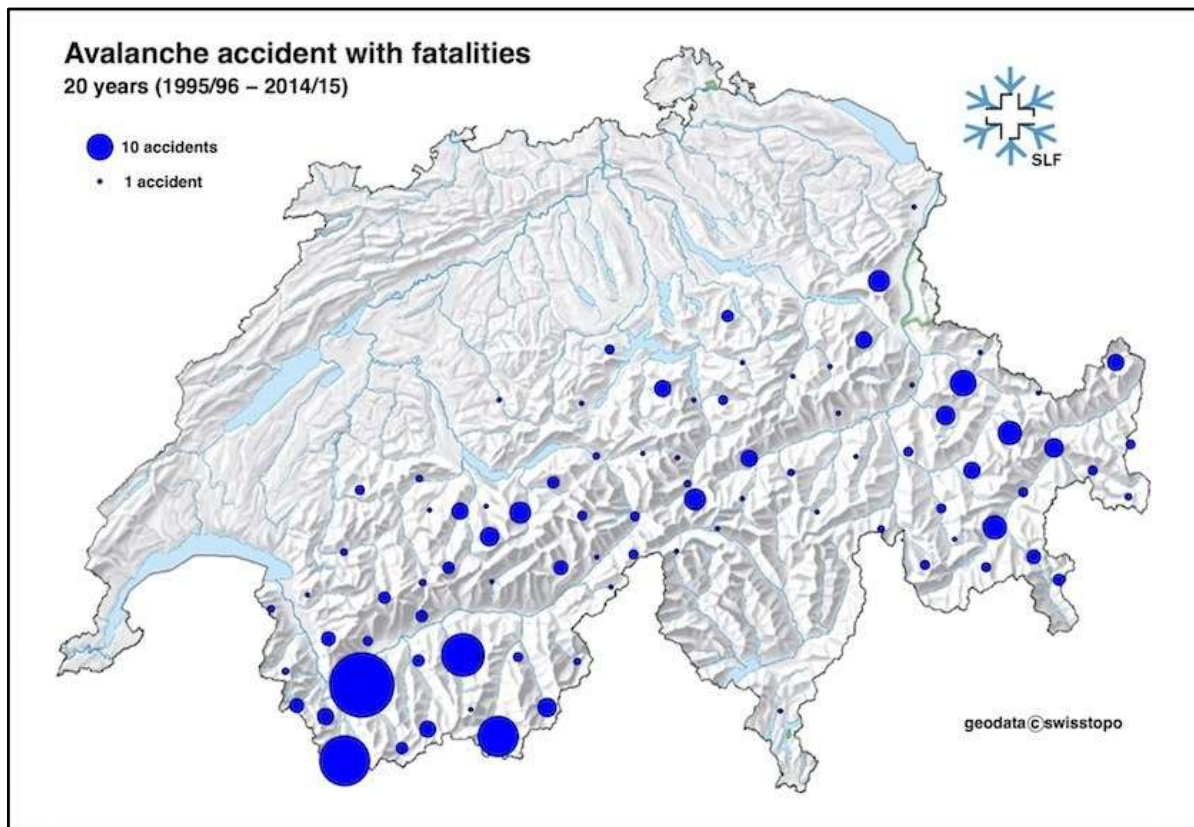


figura 113 Layout - Modelo sem moldura interna

Disponível em: <https://i0.wp.com/lenews.ch/wp-content/uploads/2016/01/Avalanche-accident-deaths-map-Switzerland.jpg?resize=831%2C574>

O cartograma acima (figura 113) retrata a quantidade de avalanches com vítimas fatais. Contudo, não há informações sobre a localização da área representada. Nesta representação, destaca-se a ausência da escala, referência ao sistema cartográfico e, de molduras (para todos os elementos presentes na representação). Ainda, a imagem de fundo (relevo sombreado) não apresenta referência na legenda, contudo, permite a um leitor com relativo conhecimento sobre os elementos presentes no mesmo, associar a topografia à intensidade do fenômeno representado.

Mantenha o dedo apoiado na tela se for girar o seu dispositivo móvel

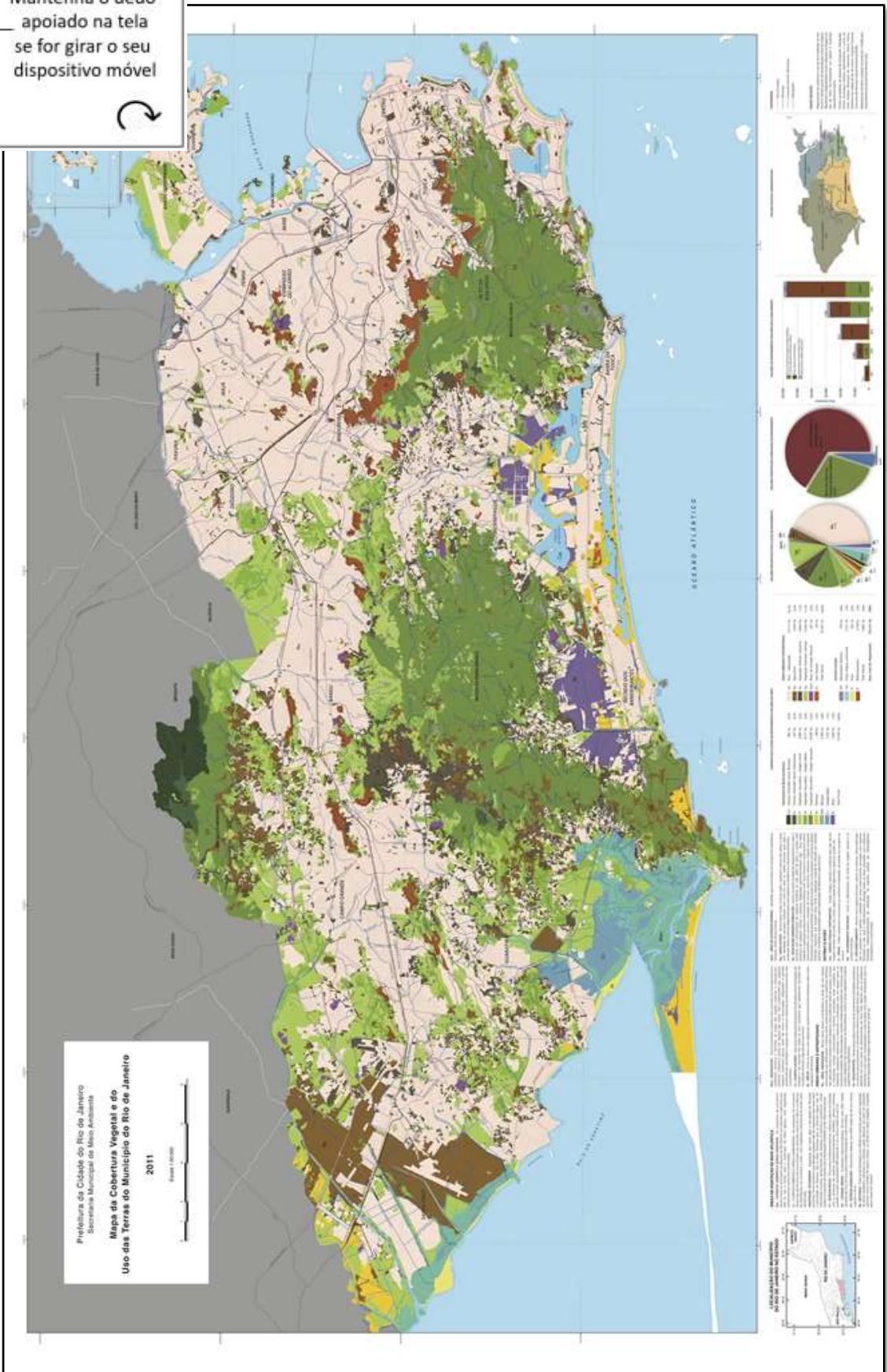


figura 114 Layout – Mapa mural - com gráficos

Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/igstatic/23/75/54/2375549.jpg>

A figura 114 é um mapa mural que apresenta dados estatísticos sobre o uso da terra no município do Rio de Janeiro. Como se trata de um mapa mural, feito para ser impresso e visualizado em tamanho A0 ou superior, sua visualização em tamanho inferior fica comprometida, em função da ilegibilidade dos temas e informações.

Contudo, o layout serve como exemplo de mapa mural e das possibilidades de adição de textos, gráficos e informações complementares quando o mapa é feito para ser impresso em tamanho grande.

Terceira parte

Produção de Gráficos

7 Produção de gráficos

Outra preocupação da Cartográfica Temática reside na produção de gráficos. Isto porque eles podem compor o mapa temático como informação central a ser transmitida (Figura 115), servir como complemento (figura 116) ou ainda, substituir o mapa.

A produção de gráficos se assemelha a produção de mapas temáticos quanto aos princípios semiológicos. Cabe ao elaborador do material gráfico conhecer os componentes da informação envolvidos em sua construção e, as formas de associação com as variáveis visuais.

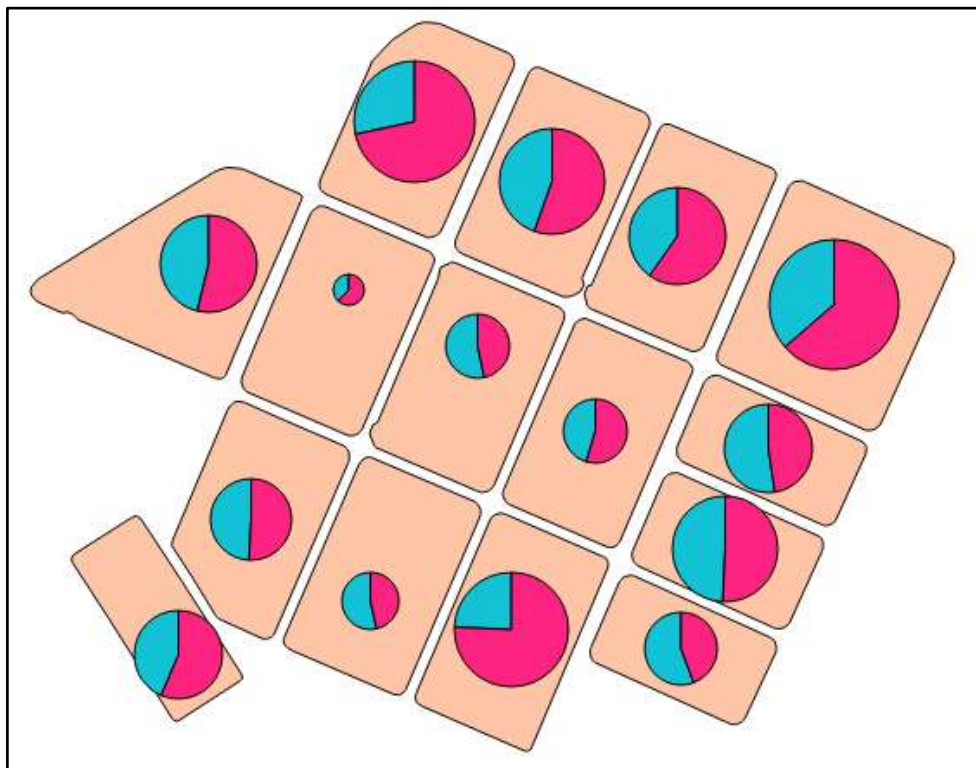


Figura 115: Diagrama setorial (gráfico de pizza ou torta) projetado sobre um fundo de mapa

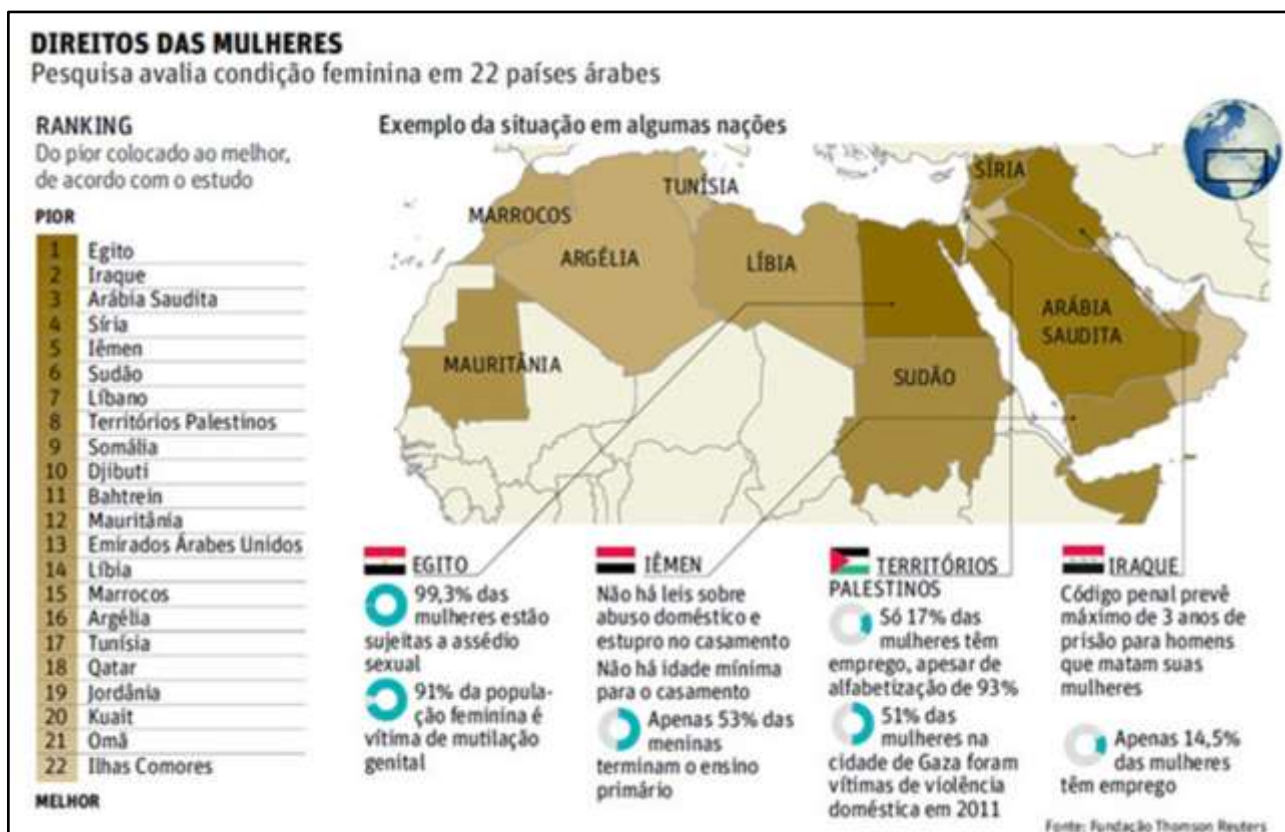


figura 116 Associação mapa coropléticos com diagramas (gráficos)

Fonte: <https://norbertobobbio.wordpress.com/page/10/>

7.1 Gráficos ou diagramas

Diagrama e gráfico são termos utilizados para se referir às construções que objetivam transmitir visualmente uma dada informação, podendo estar ser um fluxograma ou um gráfico. Contudo, no Brasil é mais usual o emprego dos termos gráfico para representação de dados quantitativos, e diagrama para construção de modelos representativos de fluxos (fluxogramas), de processos e de dados qualitativos.

Nem toda informação necessita ser traduzida graficamente ou espacialmente. Informações elementares como por exemplo: O Município A tem 300.000 habitantes e o B 100.000 (1/3), mesmo tendo uma referência espacial bem definida e podendo ser

representados graficamente, dispensam sua apresentação em formato gráfico (figura 117).

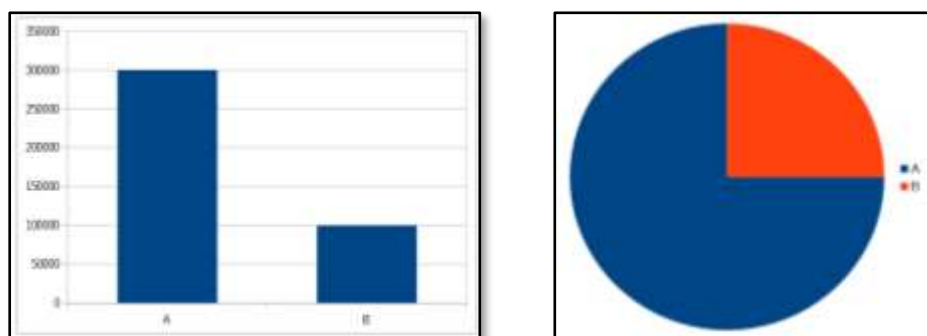


figura 117 Representação gráfica redundante

Gráficos, podem ser produzidos via uso de softwares e sites específicos ou SIGs (Sistemas de Informação Geográfica). Quando produzidos em ambiente SIGs, representam visualmente os dados armazenados em tabelas.

Fora do ambiente SIG, a construção de gráficos demanda a organização dos dados em tabelas e, nos dois casos, o elaborador do material gráfico deve proceder a análise dos componentes da informação antes de sua produção.

A produção de gráficos segue as mesmas etapas já apresentadas para produção de materiais gráficos (figura 4), sendo as mais importantes a definição do usuário e de seu objetivo.

Para a construção de gráficos os componentes da informação a serem observados são a **continuidade temporal**, o **comprimento da informação**, o **significado cognitivo** e, as **propriedades do plano**.

7.1.1 Continuidade temporal

Assim como a identificação do tipo de superfície de representação (discreta ou contínua) ajuda a definir o tipo final de mapa a ser elaborado, a definição da continuidade temporal serve como referencial para a seleção preferencial do tipo de gráfico a ser construído.

A continuidade temporal analisa a permanência de ocorrência do fenômeno para a unidade de tempo observada (dia, mês, ano, etc). Um dado apresenta continuidade quando sua ocorrência/registro não cessa na unidade de tempo analisada.

Exemplo de fenômenos que apresentam e não apresentam continuidade temporal são temperatura e a precipitação, respectivamente. Enquanto a temperatura permanece atuando (o fenômeno não cessa), a precipitação observada em um mês, em geral, sofre interrupções.

Apesar de não ser uma regra absoluta, dados que apresentam continuidade temporal devem ser representados preferencialmente por **gráficos de linhas**. Isso porque, a linha que une os valores observados transmite visualmente a ideia de fenômeno contínuo.

Decorre deste fato, o tipo dos elementos visuais utilizados na construção de climogramas e diagramas ombrotérmicos, os quais empregam linha contínua para representar a temperatura (fenômeno que apresenta continuidade temporal) e colunas (separadas espacialmente) para representar a precipitação (fenômeno que não apresenta continuidade temporal).

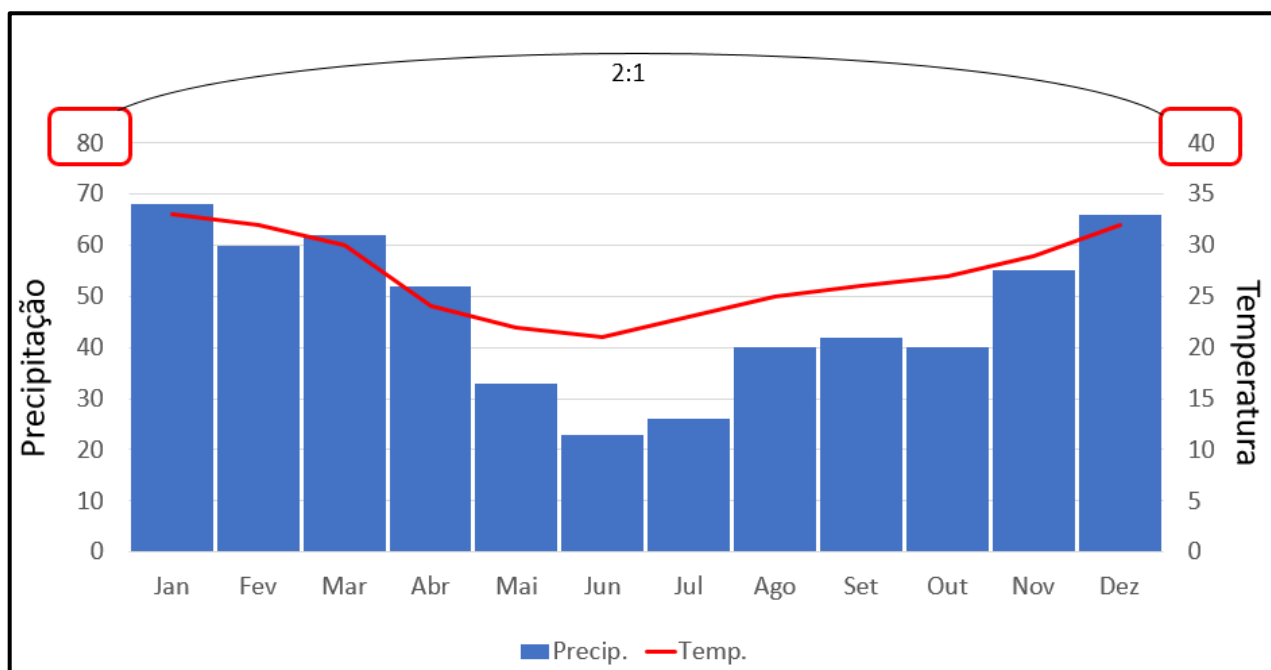


figura 118 Diagrama ombrotérmico

Diagramas ombrotérmicos (figura 118) utilizam dois eixos ordenados (Y), os quais apresentam, obrigatoriamente, a relação de 2:1 entre os valores de precipitação e temperatura. Todo diagrama ombrotérmico é um climograma, mas nem todo climograma é um diagrama ombrotérmico

Outros exemplos de dados contínuos temporalmente são a inflação e o crescimento populacional. Este último, apesar de poder cessar, representa a expectativa de um fenômeno dinâmico, ou seja, espera-se que todos os dias seus valores sejam alterados pela ocorrência de nascimentos, mortes, e processos migratórios.

Quando uma informação que apresenta continuidade temporal é representada por uma imagem descontínua, e vice-versa, obtém-se uma transcrição com erro semiológico.

Como dica para a definição do tipo de gráfico a ser utilizado, vale observar que toda representação gráfica gerada a partir de um

único atributo será descontínua, independente do intervalo de tempo de análise. Portanto, tabelas com apenas um atributo não devem ser transcritas graficamente por gráficos de linhas.

Cabe observar que a presença em uma tabela de mais de um campo de atributos (coluna) com diferentes datas, ainda que estas indiquem uma sequência temporal bem definida, não é necessariamente um indicativo de que os dados a serem representados apresentam continuidade temporal.

Dados que não apresentam continuidade temporal serão representados, preferencialmente, por elementos visuais que apresentem descontinuidade, como os gráficos de barras e os de colunas.

7.1.2 Comprimento da informação

O comprimento da informação se refere a quantidade de dados e elementos visuais que necessitam ser representados simultaneamente para transmitir uma informação. Esta análise demanda a identificação do perfil do usuário e, do objetivo do material gráfico. Neste sentido, define o tipo de material quanto a apresentação conjunta dos dados (sobreposição de gráficos) ou dos temas em separado (coleção de gráficos).

7.1.3 Significado cognitivo (Nível de organização ou de Medida)

Em geral os gráficos são utilizados para transmitir informações que traduzem a ideia de quantidade. Porém, de forma menos usual,

podem ser utilizados, também, para traduzir informações que indicam ordem.

As ideias de ordem e seletividade dissociativa em gráficos, em geral, são solucionadas pelas propriedades do plano e podem ser reforçadas pelo uso da cor: matiz e/ou a forma. A seletividade associativa demanda o uso de variáveis visuais auxiliares, como a exemplo a cor: saturação.

No item relativo aos **Principais tipos de gráficos e variações.**, serão apresentados exemplos de aplicação das propriedades do plano e do uso de variáveis visuais auxiliares na composição dos gráficos.

7.2 Organização dos dados em quadros e tabelas

7.2.1 Tabela e quadro

É comum o uso dos termos tabela e quadro de forma equivocada. Tabelas e quadros apresentam os dados organizados em linhas e colunas, sendo visualmente similares. Contudo, em trabalhos acadêmicos a “tabela” se diferencia do “quadro”, por apresentar preferencialmente e, preponderantemente, dados que expressam a ideia de quantidade (ABNT, 2005; IBGE, 1993). Ainda, tabelas apresentam as laterais abertas, ou seja, sem linhas laterais de contorno (figura 119).

Nome	Mês	Ano
José	Agosto	1969
Carlos	Azul	1988

	Homem	Mulher
Peso	78	68
Idade	26	22

figura 119 Diferença entre quadro (esquerda) e tabela (direita)

7.2.2 Partes da tabela

Para fazer a análise correta dos componentes da informação os dados devem ser organizados em tabelas, sendo este o procedimento inicial e ideal para a construção de todos e quaisquer materiais gráficos.

Para permitir a organização dos dados, a tabela ou "tabela de dupla entrada" (BONIN, 1983b), encontra-se dividida em colunas, cuja referência cartesiana corresponde ao eixo das abcissas - x (2ª entrada), e, em linhas, que corresponde ao eixo das ordenadas - y (1ª entrada), conforme figura 120.

		2ª Entrada	
		Indivíduo	Atributo 1 Atributo 2
1ª Entrada	Linhas	A	22 212
		B	00 132
		D	- X - 78
		G	16 88

Colunas

figura 120 Exemplo da tabela de tripla entrada

Como no processo de produção de um gráfico, tanto os dados armazenados na primeira entrada, quanto o conjunto de atributos que compõem a segunda entrada podem apresentar diferentes

significados a serem traduzidos, para efeito de tratamento gráfico as células (intersecções das linhas com as colunas) são consideradas a terceira entrada da tabela (figura 121).

Indivíduo	Ordem	
	Primário	Secundário
A	22	212
BX	00	132
BY	- X -	78
G	16	88

Seletividade associativa

Quantidade Absoluta

figura 121 Tabela de tripla entrada com diferentes significados a serem traduzidos

Segundo Bonin (1983), a maneira usual de dispor os dados na tabela se dá pelo posicionamento dos objetos (indivíduos) nas linhas ou primeira entrada, das variáveis (categoria dos dados) nas colunas ou segunda entrada e, dos valores correspondentes aos objetos e variáveis no cruzamento das linhas com as colunas.

Apesar de ser possível utilizar tanto a primeira quanto a segunda entrada para dispor os dados nas tabelas, Bonin (1983) propõe que sempre sejam dispostos os indivíduos nas linhas e, os atributos nas colunas. Para efeito de análise e tratamento gráfico da informação é importante que os dados se encontrem dispostos desta forma (figura 122). Este formato auxilia, também, a produção de gráficos a partir de planilhas eletrônicas e, é obrigatório para entrada de dados em SIG.



	Atacado	Varejo	
Curitiba	11	113	
São Paulo	17	26	
	Curitiba	São Paulo	
Atacado	11	17	
Varejo	113	26	

figura 122 Possibilidades de disposição dos dados em tabelas e o formato recomendado

7.2.3 Disposição dos dados na tabela

Como gráficos podem ser utilizados para representar dados com e sem referência espacial, para identificar quais dados devem ocupar cada entrada da tabela, o elaborador deve perguntar quem é o sujeito da informação e posicioná-lo na primeira entrada.

A primeira entrada da tabela pode armazenar dados que traduzam a ideia de seletividade (associativa ou dissociativa), ou ordem. A ideia de ordem pode ser relativa à noção de tempo, qualidade ou quantidade.

	Atributo		Atributo		Atributo		Atributo
A		A		Primário		10 a 20	
B		B		Secundário		20 a 30	
C		Cx		Terciário		30 a 50	
D		Cy				50 a 100	

figura 123 Possíveis significados observados na primeira entrada

Observa-se na figura 123 quatro tipos de significados que podem ser observados na primeira entrada. Da esquerda para a direita: seletividade dissociativa ($A \neq B \neq C \neq D$), seletividade dissociativa e associativa ($A \neq B \neq C$, mas Cx e Cy são possuem elementos comuns/similares) e, ordem (associada as ideias de seletividade e quantidade).

A ideia de ordem de tempo, em geral, não é observada na primeira entrada, uma vez que deve ocupar preferencialmente a segunda entrada, sendo relativa a um ou mais indivíduos a serem representados.

A segunda entrada da tabela pode conter um ou mais atributos. Quando apresenta apenas um atributo é considerada como neutra, ou seja, sem significado a ser traduzido para a forma gráfica. Neste caso, o significado é obtido a partir da análise da terceira entrada.

Quando a segunda entrada apresenta mais de um atributo, o elaborador do material gráfico deve verificar a necessidade de representação dos mesmos de forma simultânea (sobreposição de gráficos) para geração da informação, ou seja, deve observar a adequação do comprimento da informação ao objetivo da representação e ao perfil do usuário.

Caso seja necessário representar mais de um atributo de forma simultânea, o elaborador deve identificar o significado cognitivo de cada atributo e, do conjunto de atributos. Uma vez identificados atributos com diferentes significados, para efeito de tradução gráfica a tabela deverá ser desmembrada.

Rios	Oxigênio Dissolvido	Classe
Rio Piraquê	4,1	10 - 20
Rio Jurumirim	6,2	20 - 50
Rio Canela	7,2	0 - 10

Tabela com dados quantitativos (OD) e ordenados (IQA)

Rios	Oxigênio Dissolvido
Rio Piraquê	4,1
Rio Jurumirim	6,2
Rio Canela	7,2

Tabela: dados quantitativos

Rios	Classe
Rio Canela	0 - 10
Rio Piraquê	10 -20
Rio Jurumirim	20 - 50

Tabela: dados ordenados

A terceira entrada pode receber dados que indicam a ideia de ordem ou quantidade. Também pode armazenar dados que traduzam a ideia de seletividade, contudo neste caso devem ser tratadas como “quadros” e, não são fonte de dados para a construção de gráficos.

Para efeito de organização e visualização dos dados em tabelas, tanto as linhas como as células podem ser mescladas (figura 124), evitando a repetição de dados que são comuns a mais de um indivíduo ou atributo.

População										
	1970	1970	1970	1970	1970	1980	1980	1980	1980	1980
	Total	Homens	Homens	Mulheres	Mulheres	Total	Homens	Homens	Mulheres	Mulheres
	Total	Urb.	Rur.	Urb.	Rur.	Total	Urb.	Rur.	Urb.	Rur.

População

	1970					1980				
	Total	Homens		Mulheres		Total	Homens		Mulheres	
		Urb.	Rur.	Urb.	Rur.		Urb.	Rur.	Urb.	Rur.
Munic. 1										
Munic. 2										
Munic...										
Munic...										
Munic. <i>n</i>										

figura 124 Exemplo de tabela sem (acima) e com mescla (abaixo) para permitir a organização e evitar a repetição dos dados nas colunas

8 Formas de análise e representação dos dados

A construção de gráficos se inicia com a organização dos dados em tabelas, e deve ser orientada pelas características intrínsecas dos dados, pela forma de análise dos mesmos e pela definição do perfil do usuário.

Os dados dispostos na tabela podem ser analisados e representados a partir de três diferentes tipos de abordagem: análise por linhas, análise por colunas ou análise conjunta.

8.1.1 Análise e representação por linha

Neste processo o indivíduo (linha) é separado dos demais e associado graficamente a mais de um atributo (figura 125). Para cada indivíduo faz-se um gráfico com suas n variáveis.

Municípios	População Total				
	1970	1980	1991	2000	2007
Arujá	9.571	17.279	37.143	58.933	79.364
Barueri	37.808	74.697	129.331	207.372	273.016
....					
Taboão da Serra	40.945	96.908	158.738	197.247	228.849
Vargem Grande Paulista	*	*	15.728	32.464	48.408

figura 125 Análise e representação por linha. Exemplo de dados organizados em tabela: População na Região Metropolitana de São Paulo (1970 a 2007) – Dados do IBGE

Caso os atributos traduzam a ideia de ordem, com continuidade temporal (lembrar que neste caso o fenômeno/evento não cessa no intervalo de tempo em análise), o gráfico a ser utilizado deve ser preferencialmente o de linhas. Este tipo de representação privilegia a comparação dos atributos para cada unidade (indivíduo) representada e, a análise da dinâmica no tempo (figura 126).

Evolução da população do município de Arujá

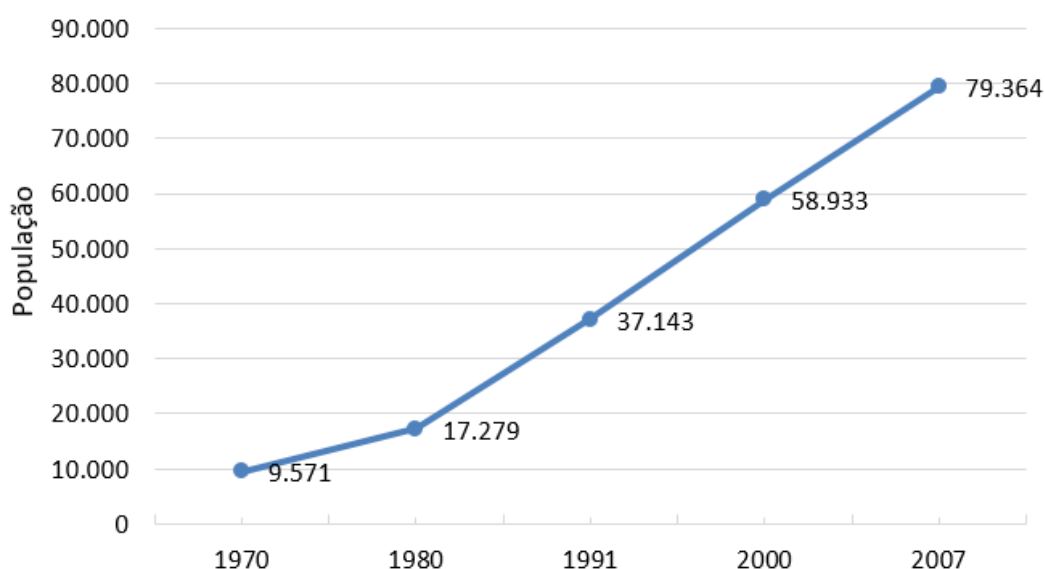


figura 126 Análise e representação por linha – Gráfico de linhas

8.1.2 Análise por colunas

Na análise por colunas os campos são representados graficamente de forma isolada. Para cada atributo é produzido um gráfico com seus n indivíduos (figura 127 e figura 128).

Municípios	População Total				
	1970	1980	1991	2000	2007
Arujá	9.571	17.279	37.143	58.933	79.364
Barueri	37.808	74.697	129.331	207.372	273.016
Biritiba Mirim	9.033	13.316	17.751	24.579	30.625
Caieiras	15.563	24.980	38.778	70.825	98.485
Cajamar	10.355	21.795	33.495	50.568	65.050
Carapicuíba	54.873	184.591	281.901	343.962	389.118
Cotia	30.924	62.309	105.721	148.519	184.719
....					
Suzano	55.460	100.342	158.084	227.917	287.514
Taboão da Serra	40.945	96.908	158.738	197.247	228.849
Vargem Grande Paulista	*	*	15.728	32.464	48.408

figura 127 Análise por coluna – Fonte dos dados: IBGE

Este tipo de representação privilegia a comparação dos indivíduos por atributo. Sempre que possível o campo de atributos

deve ser ordenado de forma decrescente (preferencialmente) ou crescente, para a facilitar a percepção dos valores extremos, bem como fornecer uma percepção geral sobre o valor médio do conjunto de dados representados.



figura 128 Análise e representação por colunas – Gráfico de colunas

A análise e representação por colunas deve ser evitada quando a amplitude dos dados é muito grande, pois neste caso, os valores maiores tendem a anular visualmente a percepção dos menores valores. A aplicação de transformação logarítmica sobre os dados pode ser uma opção, uma vez que produz um “achatamento” dos valores a serem representados. Contudo, o elaborador do material gráfico deve ter em mente que este procedimento pode promover uma interpretação equivocada do fenômeno, principalmente quando se trata de um público alvo (leitor) não especializado.

8.1.3 Análise conjunta

É utilizada quando há necessidade de interpretação conjunta dos dados e/ou de estabelecer comparações, correlações e/ou associações. Exige maior grau de habilidade pelo usuário para sua leitura e interpretação (figura 129 e figura 130).

Municípios	População Total				
	1970	1980	1991	2000	2007
Arujá	9.571	17.279	37.143	58.933	79.364
Barueri	37.808	74.697	129.331	207.372	273.016
Biritiba Mirim	9.033	13.316	17.751	24.579	30.625
Caieiras	15.563	24.980	38.778	70.825	98.485
Cajamar	10.355	21.795	33.495	50.568	65.050
Carapicuíba	54.873	184.591	281.901	343.962	389.118
Cotia	30.924	62.309	105.721	148.519	184.719
—					
Suzano	55.460	100.342	158.084	227.917	287.514
Taboão da Serra	40.945	96.908	158.738	197.247	228.849
Vargem Grande Paulista	*	*	15.728	32.464	48.408

figura 129 Análise conjunta – Dados do IBGE

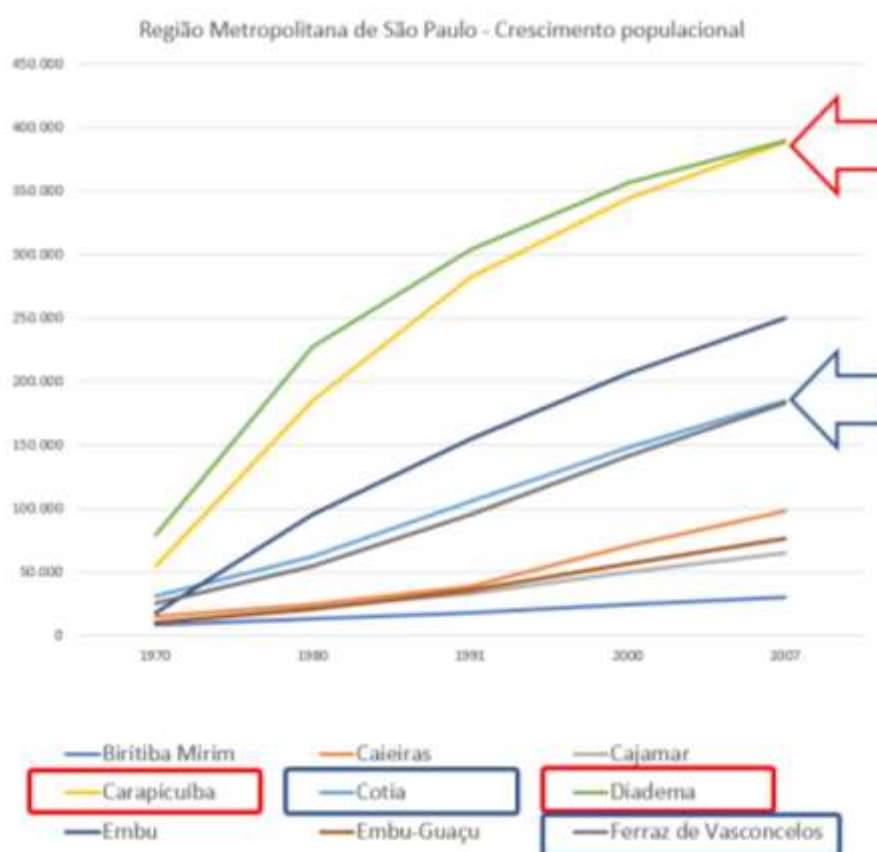


figura 130 Análise e representação conjunta – Gráfico de linhas (sobreposição de gráficos)

No caso do exemplo acima (figura 130), a representação conjunta possibilita ao usuário estabelecer relações entre os indivíduos que apresentam comportamento similar de crescimento populacional, como os indicados pelas setas vermelha e azul.

9 Principais tipos de gráficos e variações.

Os nomes de alguns dos gráficos apresentam variações de acordo com o autor e software utilizado. O Gráfico em Retângulos de Azevedo & Campos (1981), por exemplo, corresponde ao Gráfico em Colunas ou Barra 100% em Le Sann (1991),

De acordo Azevedo e Campos (1981), os gráficos mais utilizados na transcrição de dados são os de curvas/linhas, barras/colunas, histogramas, barra 100% e setorial. A partir desses gráficos, de suas combinações e variações, são formados outros gráficos tais como os pictóricos, polar, coroa e outros.

É possível classificar os principais tipos de gráficos a partir dos tipos de dados representados e suas funções em dois grupos: gráficos **descritivos** e **estatísticos**. Gráficos descritivos traduzem graficamente os valores contidos na tabela. Já os estatísticos podem apresentar, também, valores relativos à estatística descritiva dos dados como média, mediana e, quartis, mesmo que estes não estejam presentes na tabela.

Exemplo de gráficos descritivos são os de colunas, linhas, polar e setorial, enquanto BoxPlot e histograma são exemplos de gráficos estatísticos.

9.1 Gráficos descritivos

9.1.1 Gráfico de barras ou colunas

O gráfico de barras ou colunas, corresponde à representação dos indivíduos (primeira entrada) dispostos ao longo do eixo das abcissas (x), para o gráfico de colunas ou, eixo das ordenadas (y), para o gráfico de barras. Cada coluna/barra corresponde a um indivíduo. São utilizados para transcrever **quantidades absolutas** (Q_{abs}), presentes na terceira entrada da tabela. Podem representar um ou mais fenômenos/temas (segunda entrada).

A descontinuidade entre as barras ou colunas (figura 131) transmite visualmente a ideia de fenômenos descontínuos e, por este motivo, são utilizados para representar dados que não apresentam continuidade temporal.

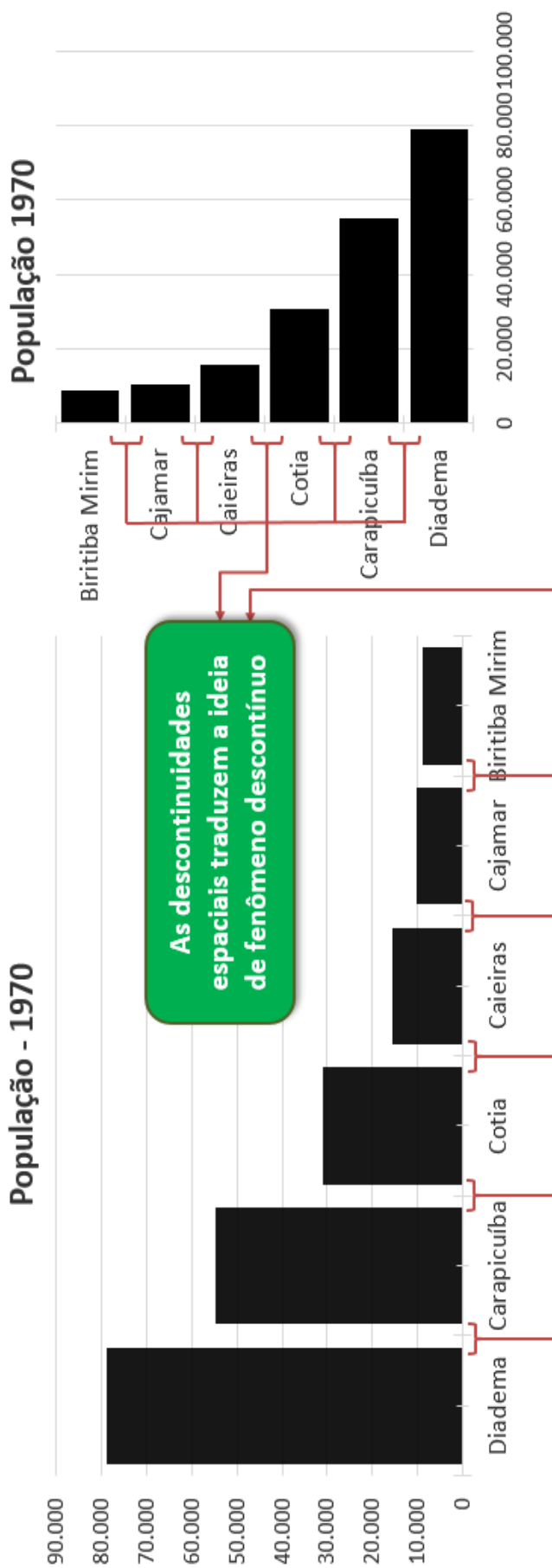


figura 131 Gráficos de colunas e barras

Podem ser utilizados com uma única referência de cor ou associado a variações. Apesar das propriedades do plano já transmitirem a ideia de seletividade (indivíduos ou fenômenos distintos), a cor: matiz pode ser utilizada para separar temas (segunda entrada) ou, permitir outras analogias aos temas representados (primeira ou segunda entrada).

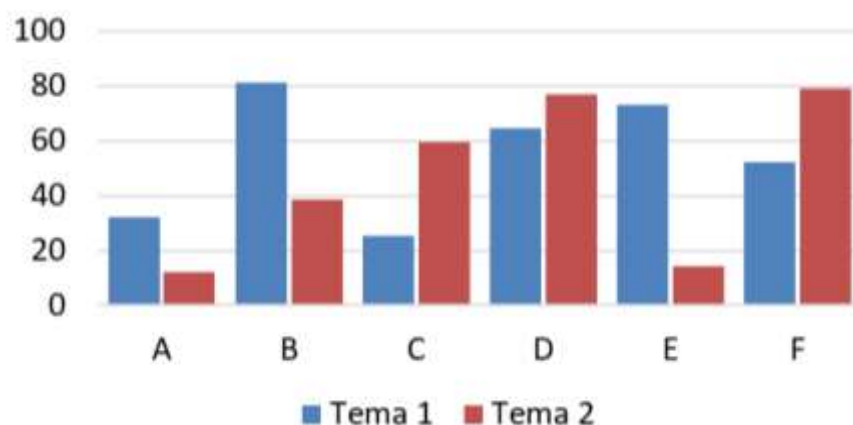


figura 132 Gráfico de colunas associado ao uso da cor: matiz para distinção dos temas

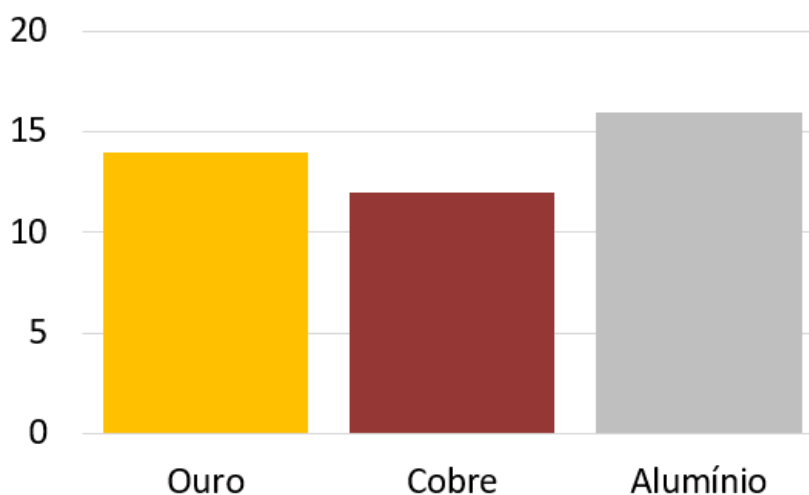


figura 133 Gráfico de colunas associado ao uso da cor: matiz análoga aos temas

A figura acima apresenta exemplos de aplicação do gráfico de barras associado à cor: matiz para traduzir a ideia de seletividade dissociativa (figura 132) e, com associação ao tema (figura 133).

Quando a primeira entrada da tabela apresenta seletividade associativa ou ordem, as colunas/barras podem ser relacionadas a cor: saturação, para transmitir a ideia de agrupamentos, ou a cor: valor, para ideia de ordem.

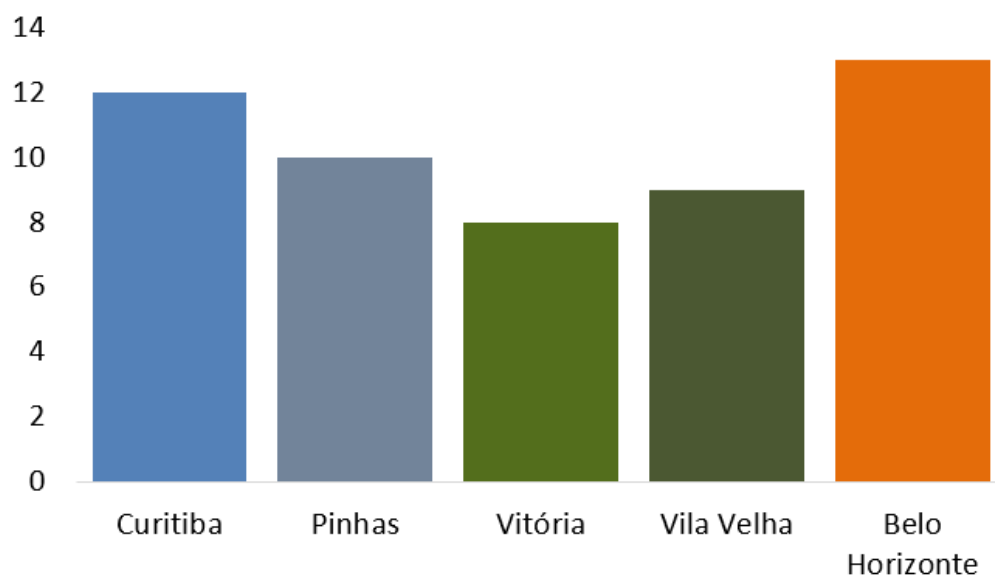


figura 134 Gráfico de colunas associado a cor: saturação

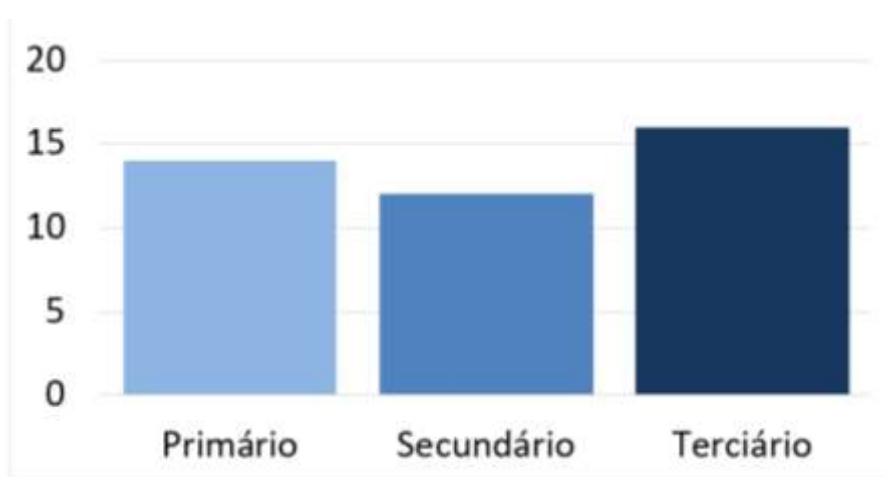


figura 135 Gráfico de colunas associado a cor: valor

As figura acima apresentam exemplos de aplicação da variável visual cor: saturação para traduzir a ideia de seletividade associativa (relativa aos estados da Federação: Curitiba e Pinhas são do Paraná, Vitória e Vila Velha do Espírito Santo e, Belo Horizonte de Minas

Gerais - figura 134) e, cor: valor para traduzir a ideia de ordem (primário, secundário e terciário - figura 135).

Gráficos de colunas/barras podem ser confeccionados com reduzidos intervalos de afastamento entre as colunas ou, até mesmo sem a presença de espaços para representar intervalos de tempo (figura 136). Neste caso, a representação visual induz o leitor à interpretação de que o fenômeno se manifestou por todo intervalo de tempo correspondente a base da coluna. Contudo, muitas vezes a série de dados utilizada não apresenta informações sobre este fenômeno ou, não permite afirmar que há continuidade temporal.

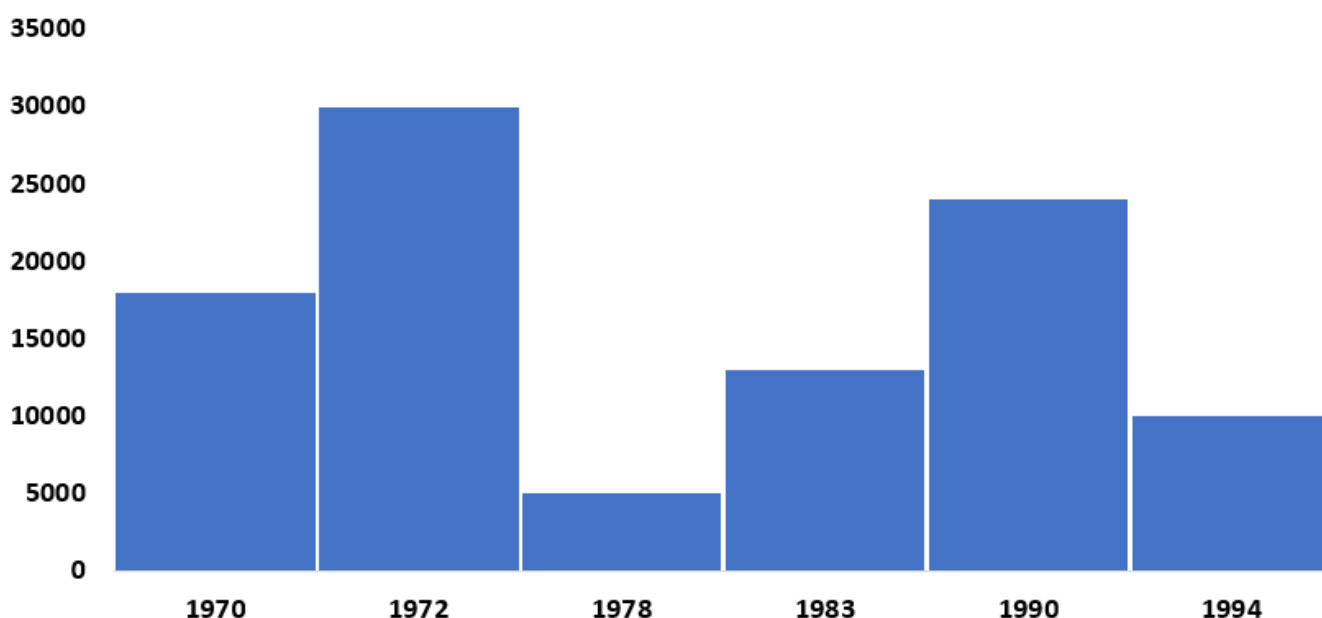


figura 136 Gráfico sem a separação das colunas – ordem de tempo – as bordas das colunas reforçam a ideia de descontinuidade do fenômeno

O gráfico polar com colunas e o de roseta (figura 137 e figura 138) são exemplos de variações do gráfico de colunas/barras, nos quais os valores encontram-se dispostos ao redor de um ponto central. Em geral, são utilizados para estabelecer relações com as direções, como por exemplo, norte, leste, sul e oeste.

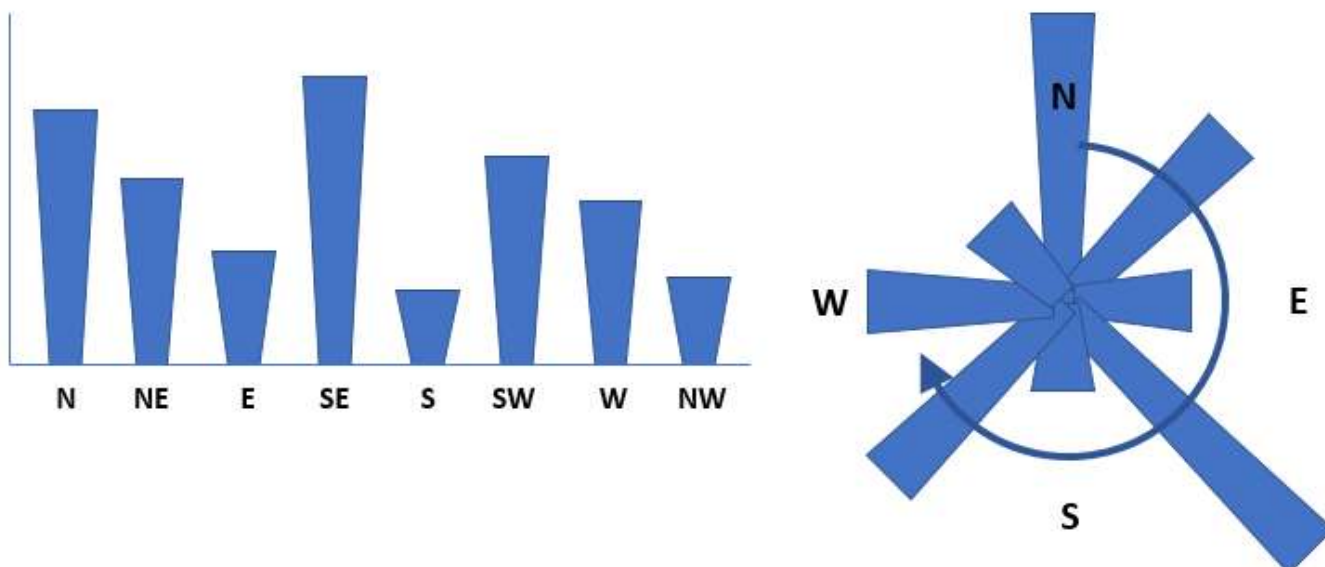


figura 137 Gráfico polar gerado a partir do gráfico de colunas

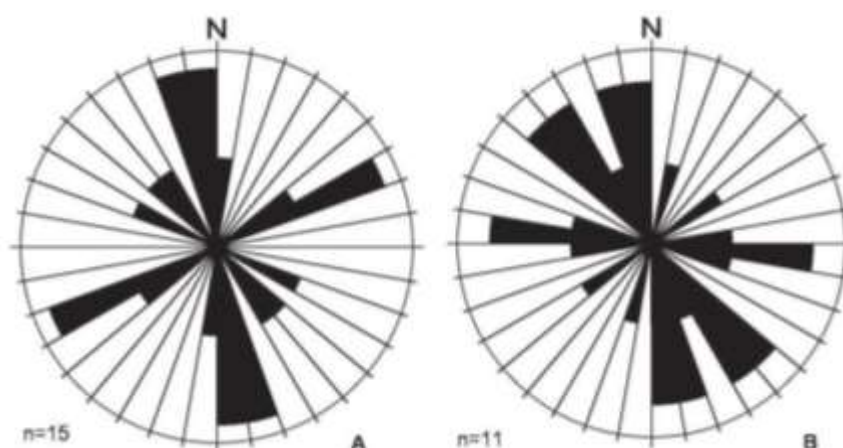


figura 138 Gráfico ou diagrama de roseta: variação do gráfico de colunas

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rem/v56n3/v56n3a05.pdf>

9.1.2 Gráfico de linhas

Gráficos de curvas ou linhas são representações estruturadas a partir da disposição dos indivíduos (primeira entrada) no eixo das abcissas (x) e, da associação do fenômeno (segunda entrada) e dos valores (terceira entrada) ao eixo das ordenadas (y). Por empregar uma linha contínua, aplicam-se a representação de fenômenos que apresentam continuidade temporal. Apresenta como

variações os gráficos de área, polar com linha e polar com área (figura 139 e figura 140).

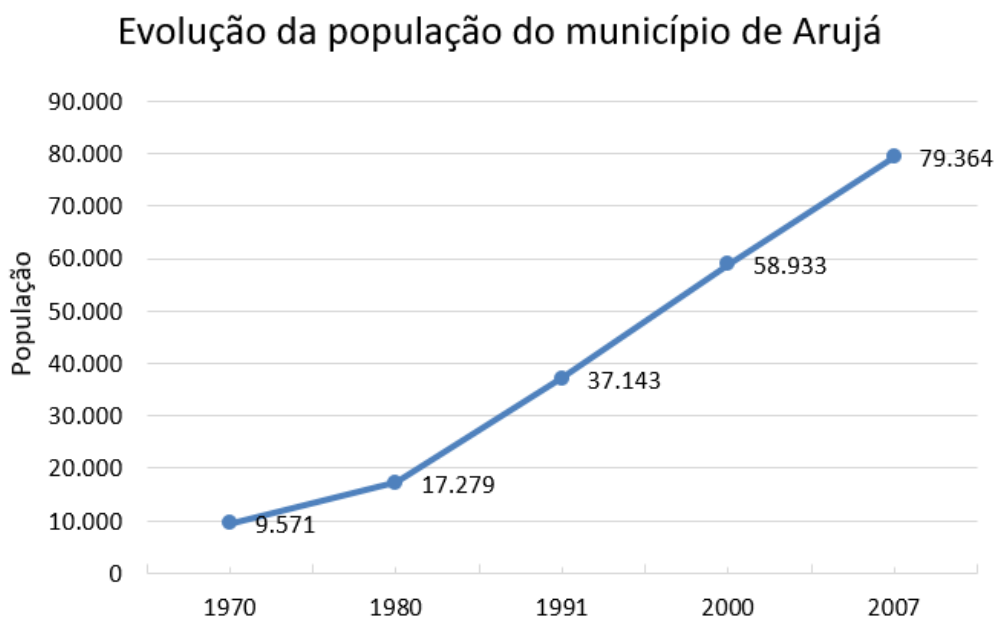


figura 139 Gráfico de linha – Dados com continuidade temporal

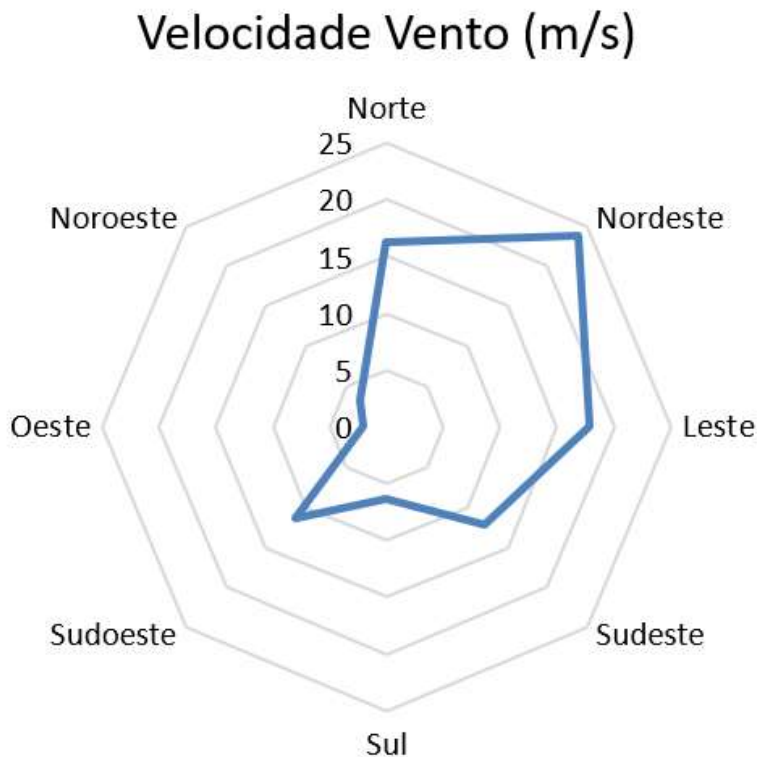


figura 140 Gráfico polar com linha - variação do gráfico de linha

9.1.3 Gráfico setorial

Gráficos setoriais podem ser de barra/coluna (gráfico de coluna 100% ou de barra 100%) ou, circulares (gráfico de “pizza”, “torta” e “rosca”) (figura 141). Apesar de serem usualmente empregados para representação de quantidades absolutas (Q_{abs}), seu uso correto é para a representação de **quantidades relativas** (Q_{rel}). Isto porque, estes gráficos fornecem a visão do conjunto de valores e das participações relativas de cada indivíduo ou atributo no todo (100%).

Apresentam como principal aspecto positivo a percepção da parcela dos valores individuais frente ao conjunto de dados e, como aspecto negativo a perda da percepção dos valores absolutos (ainda que os mesmos possam ser exibidos como rótulos).

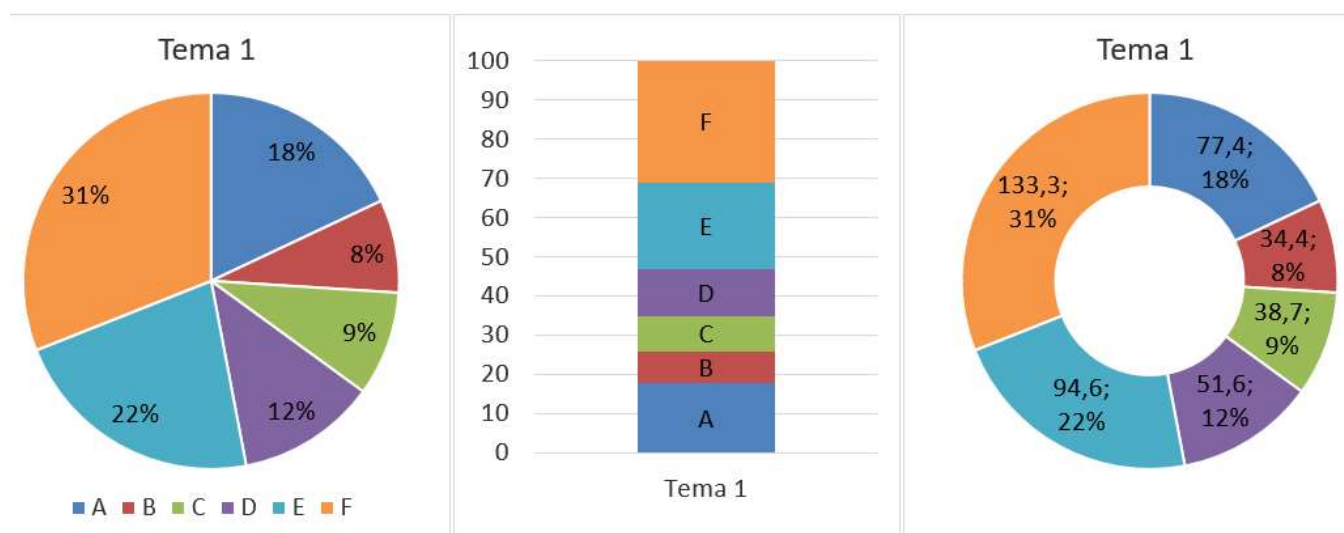


figura 141 Gráfico Setorial (circular), Coluna 100% e “Rosca”

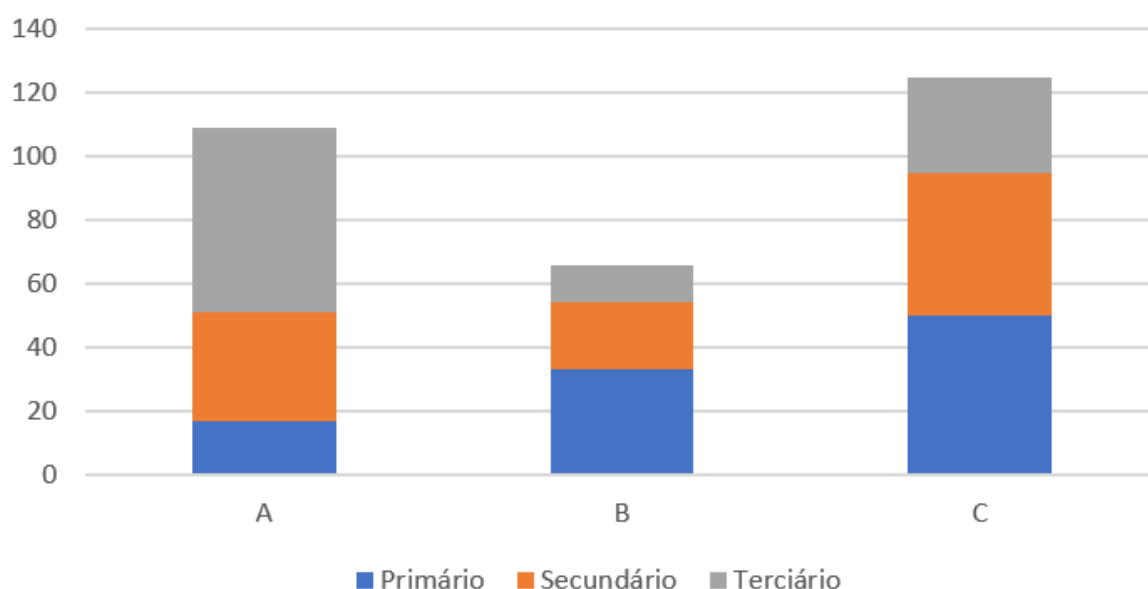


figura 142 Gráfico Setorial associado ao gráfico de colunas (coluna 100%)

9.2 Gráficos estatísticos

9.2.1 Histograma

Histograma é um tipo especial de gráfico, comumente confundido com o gráfico de colunas. No histograma a largura de cada coluna está associada a uma faixa discreta de valores (primeira entrada). Entre as colunas não há separação, indicando que as classes de valores apresentam ordem sequencial. A quantidade de colunas reflete a quantidade de classes (“fatias”).

No histograma a dimensão (altura) das barras é definida em função da frequência com a qual o fenômeno ocorre em cada classe/intervalo de valores (terceira entrada). A forma do histograma é indicativa do tipo de distribuição (estatística) associada ao fenômeno (figura 143).

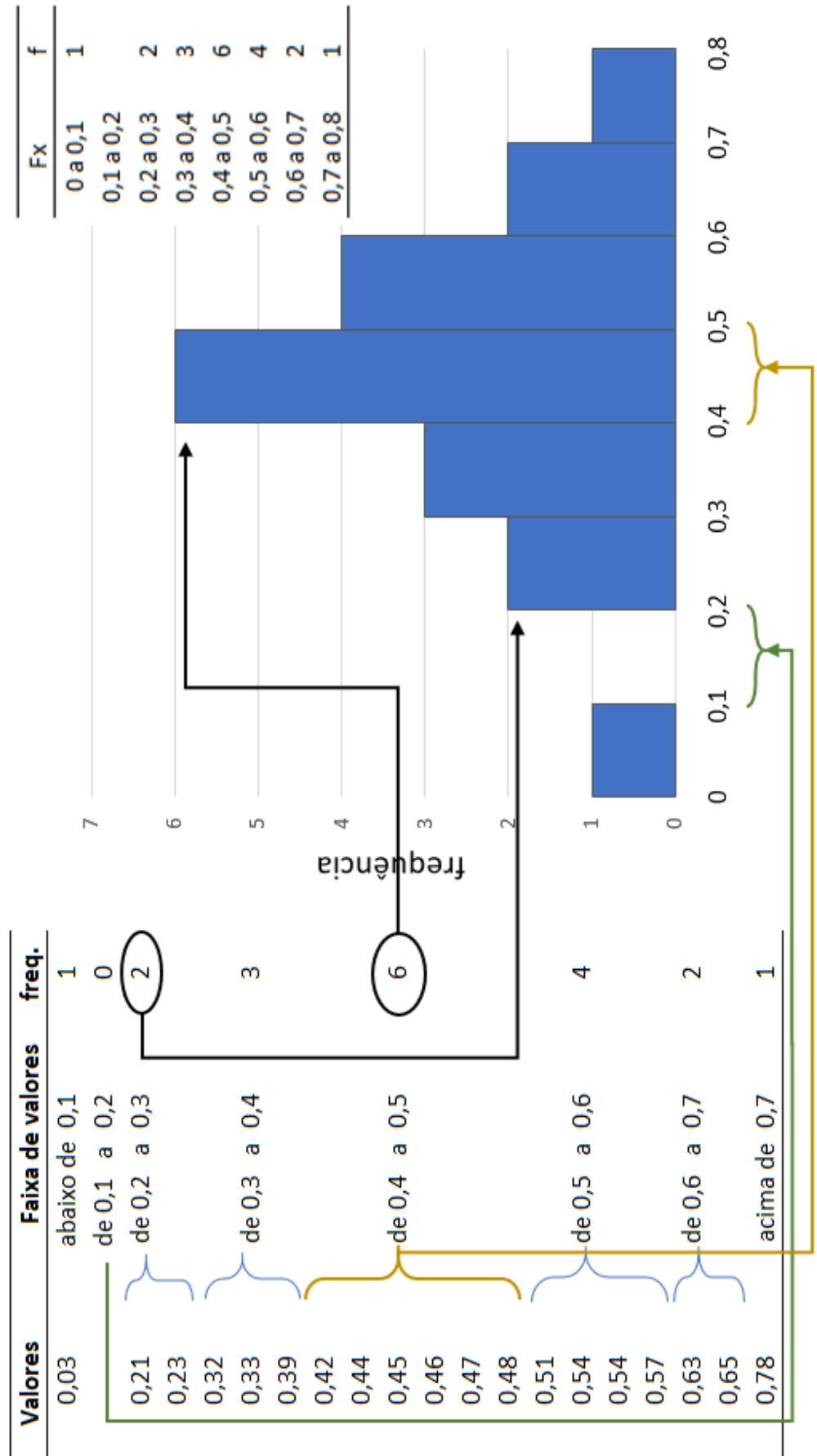


figura 143 Histograma: dados utilizados e tabela de origem (direita superior)

Histogramas são comumente utilizados em estudos e pesquisas, como por exemplo, para a representação estatística de intervalos altimétricos e de declividade. A pirâmide etária é outro exemplo de uso, onde dois histogramas são rotacionados (90°), sendo um para população masculina e um para feminina e, ambos são posicionados em contraposição.

9.2.2 Boxplot

O boxplot (figura 144) representa a forma de distribuição dos dados. Objetiva identificar os valores considerados acima ou abaixo (*outliers*) do admissível. Sua "caixa" (box) é delimitada pelo primeiro e terceiro quartil (IQR - Intervalo Interquartílico) e, as hastes externas representam os limites inferiores e superiores (valores de Whisker) a partir dos quais os valores são considerados *outliers*.

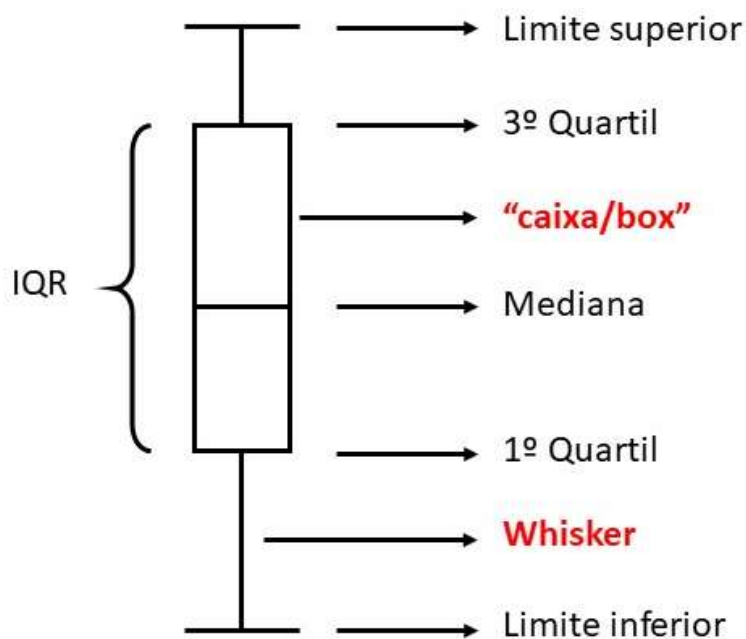


figura 144 Gráfico Boxplot

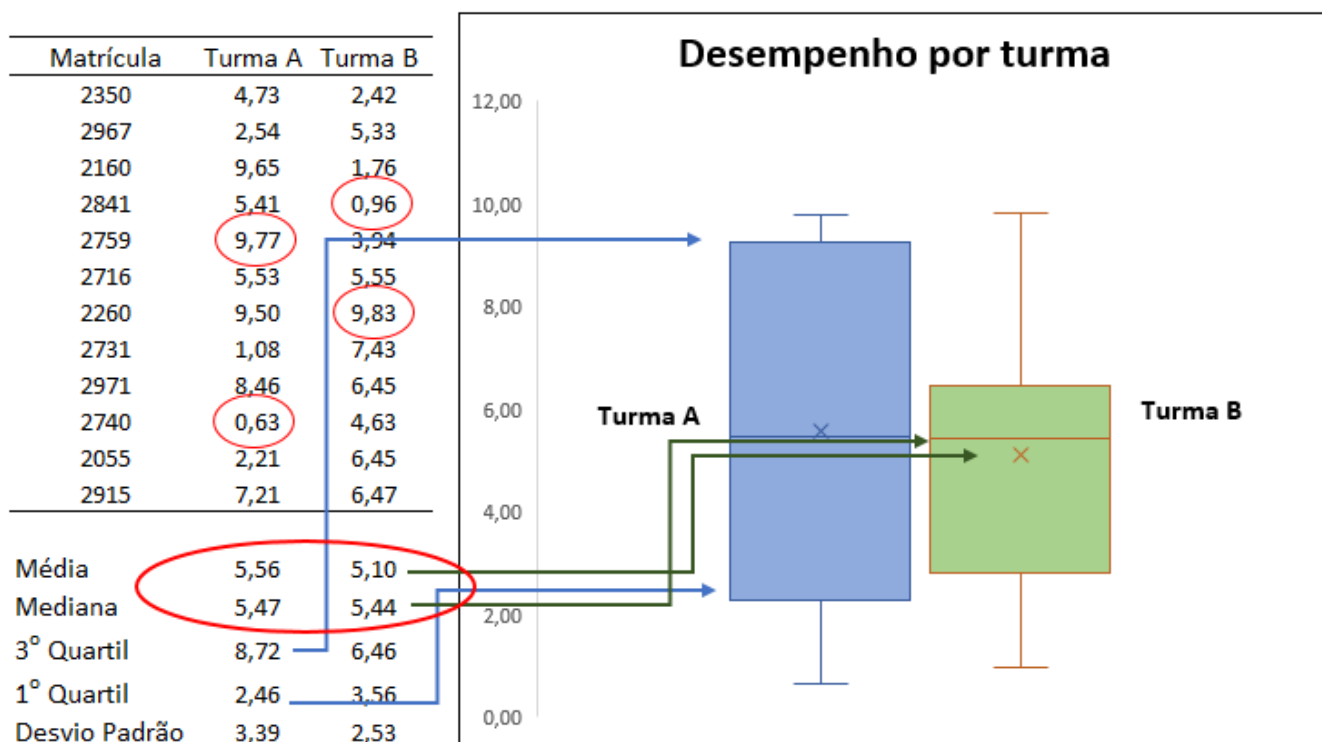


figura 145 Exemplo de uso do Boxplot

Exemplo de boxplot (figura 145) utilizado para análise das notas de duas turmas (A e B) – apesar dos valores das máximas, mínimas, médias e medianas serem parecidas, as turmas apresentam comportamentos diferentes, sendo a turma B mais homogênea.

9.2.3 Scatterplot ou dispersão XY

O gráfico de dispersão XY (*scatterplot*) tem aparência similar ao gráfico de linhas, contudo sua função é bem distinta. Este gráfico associa duas variáveis quantitativas, situadas na segunda entrada da tabela. São estas duas variáveis que irão compor o gráfico. A primeira entrada da tabela corresponde aos registros/ocorrências do fenômeno e, a mesma não é representada graficamente.

Em planilhas eletrônicas, este gráfico permite estabelecer uma função explicativa para o fenômeno. Esta função (regressão) pode

ser definida por uma equação, a qual explica de forma matemática como as variáveis se relacionam. A capacidade explicativa da função (grau de relacionamento entre as variáveis) é fornecida pelo coeficiente de determinação (R^2) (figura 146).

Indivíduo	Peso	Altura
1	68	1,70
2	55	1,53
3	59	1,56
4	88	1,77
5	98	1,80
6	57	1,60
7	66	1,65
8	77	1,67

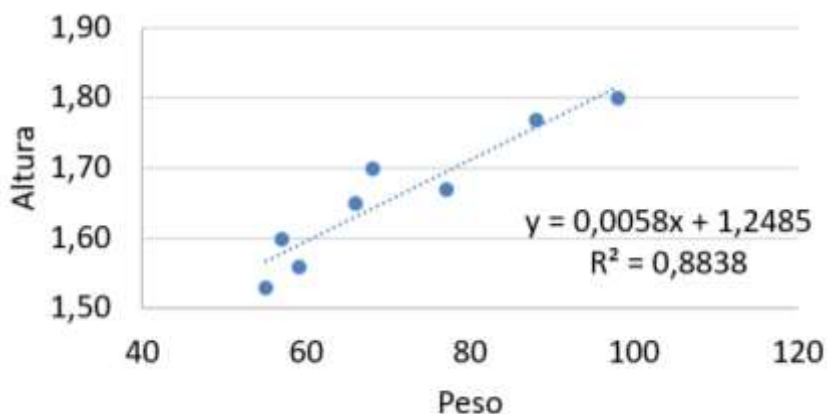


figura 146 Tabela e gráfico de dispersão XY – relação peso x altura – apresenta a equação da reta e coeficiente de determinação R^2

R^2 ou **Coeficiente de determinação** é o valor que mensura o quanto a regressão (modelo) é capaz de explicar o grau de ligação entre as variáveis representadas. É expresso em porcentagem e varia de -1 a 1, indicando o tipo de relacionamento.

Gráficos de dispersão XY também podem ser utilizados para a construção de perfis topográficos (figura 147), estabelecendo a relação entre distância (eixo X) e cota altimétrica/batimétrica (eixo Y).

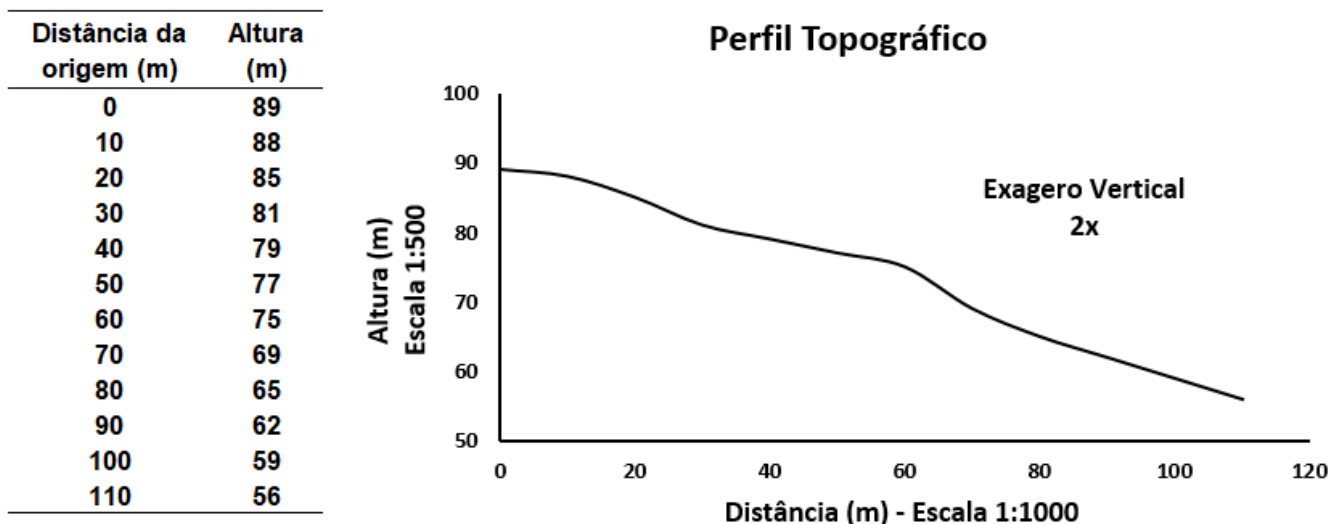


figura 147 Exemplo de aplicação do gráfico de dispersão XY

As figuras a seguir apresentam os principais tipos de gráficos, suas variações e as características dos dados por entrada da tabela.

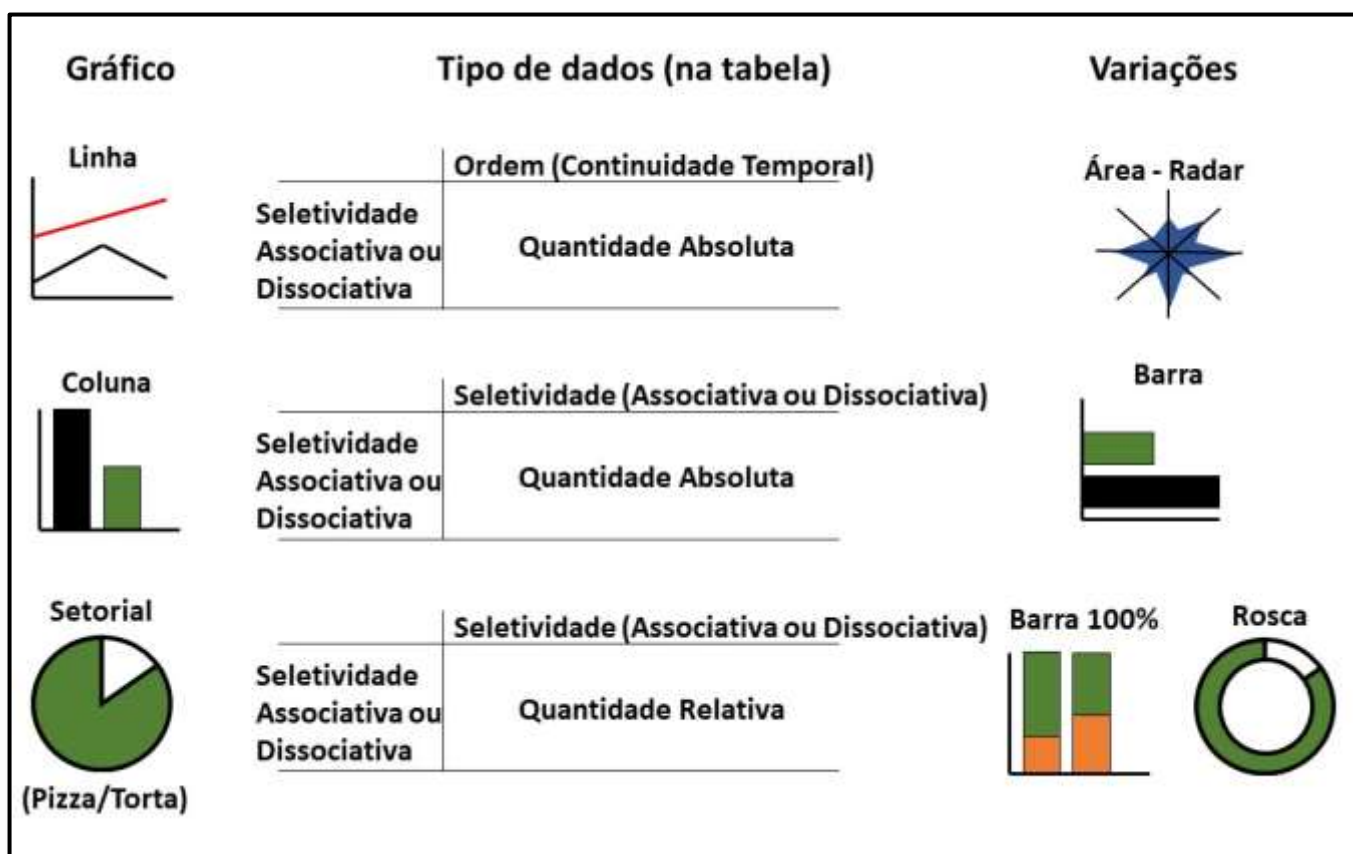


figura 148 Gráficos descritivos e tipo de dados observados nas entradas da tabela e variações


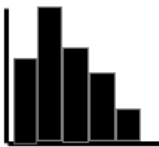
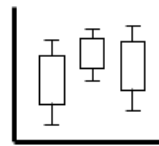
Gráfico	Tipo de dados (na tabela)	
<p>Dispersão XY</p> 	Seletividade Dissociativa	Entrada dupla
		Variável 1 Quantidade Absoluta	Variável 2 Quantidade Absoluta
<p>Histograma</p> 	Quantidade (Intervalo)	Entrada única
		Quantidade Absoluta (frequência)
<p>BoxPlot</p> 	Seletividade Dissociativa	Parâmetros estatísticos
		Quantidade (Estatística)

figura 149 Gráficos estatísticos e tipo de dados observados nas entradas da tabela

9.3 Layout de gráficos

Todo gráfico, cuja leitura e compreensão se torne mais demorada do que a mesma feita a partir da tabela ou, **inviável para seu usuário** final, pode ser considerado inadequado e é incoerente com a lógica de construção do mesmo. Quanto mais simples e de fácil leitura for o material gráfico, desde que construído corretamente, mais amplo será seu uso.

O tema central é o elemento visual que deve apresentar o maior destaque. As fontes (tamanho dos textos) devem ser proporcionais ao seu grau de importância na composição da informação. O título deve estar presente junto ao gráfico ou, caso não seja possível, a informação correspondente ao título deve estar

localizada próximo à figura, permitindo ao leitor decifrar a mensagem.

A legenda deve conter os elementos visuais necessários à compreensão do gráfico. Os elementos visuais (linhas, pontos e colunas/barras) podem apresentar rótulos com os valores contidos na tabela. Contudo, deve-se ter em mente que o objetivo do gráfico não é o da tabela, portanto, informações acessórias são utilizadas de forma complementar ao processo de leitura.

Outro fator que interfere na percepção de um fenômeno em um gráfico é a proporcionalidade entre seus eixos (X e Y). Esta é afetada por dois fatores: proporcionalidade física e das escalas de valores. No que se refere à proporcionalidade física, autores como Azevedo e Campos (1981) e Le Sann (1991), sugerem que o gráfico deve apresentar uma proporção de $5/8$, ou $3/4$, ou seja, o eixo das ordenadas (vertical) deve corresponder a, aproximadamente, 70% do tamanho do eixo das abcissas (horizontal) (figura 150).

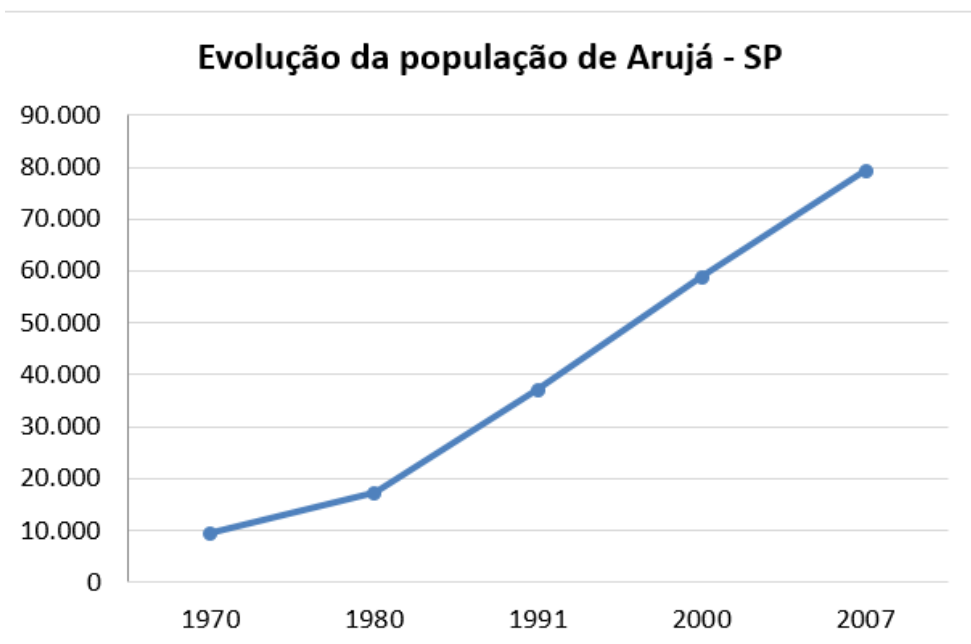


figura 150 Proporção recomendada

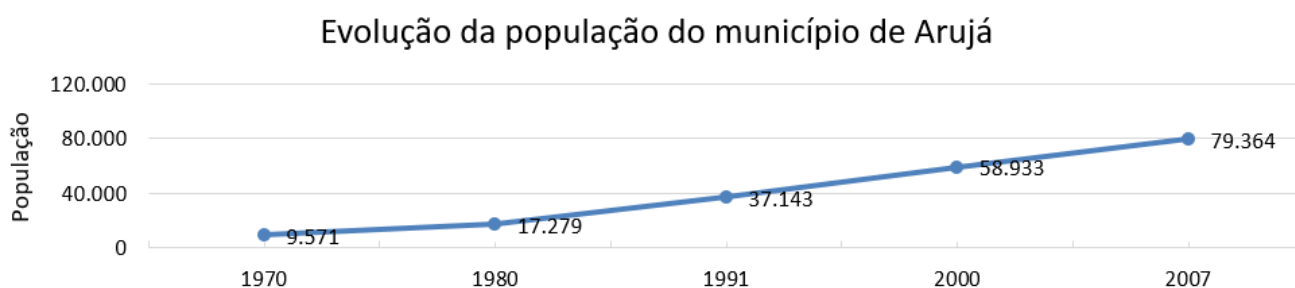


figura 151 Desproporcionalidade física entre os eixos X e Y, promovendo "achatamento" do fenômeno

A proporcionalidade das escalas de valores é afetada por diferentes fatores a depender do tipo de gráfico. Em gráficos de linhas ou colunas (e derivados), o eixo Y deve ser dimensionado em função da amplitude dos valores observados. Caso o eixo Y apresente faixa de valores muito acima da amplitude dos valores a serem representados (figura 152), o gráfico transmitirá a ideia de baixa variação para o fenômeno representado e, o oposto pode ocorrer com o eixo X (figura 153).

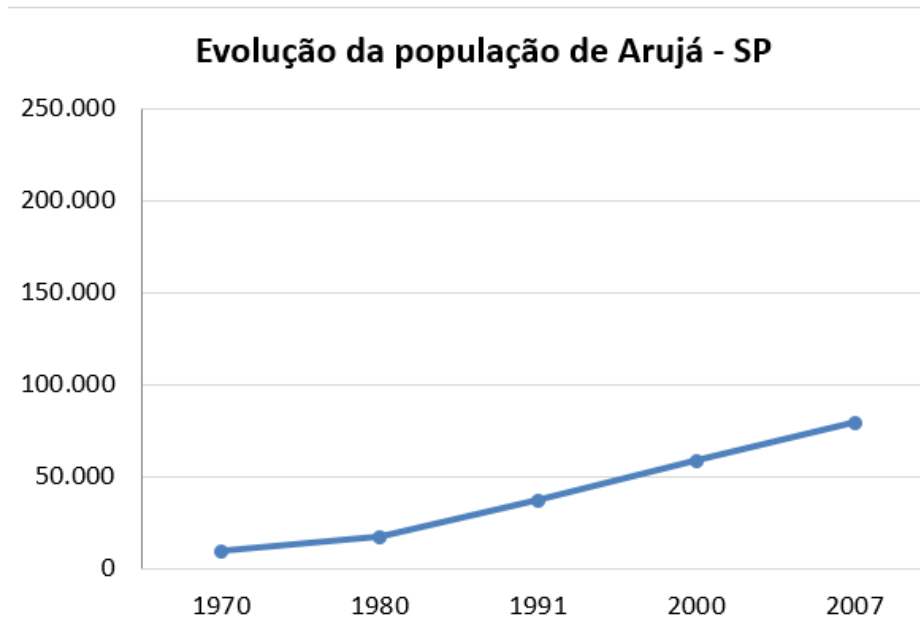


figura 152 Amplitude de variação do fenômeno (aprox. 70000), amplitude do eixo Y: 90000 a esquerda e 200000 a direita

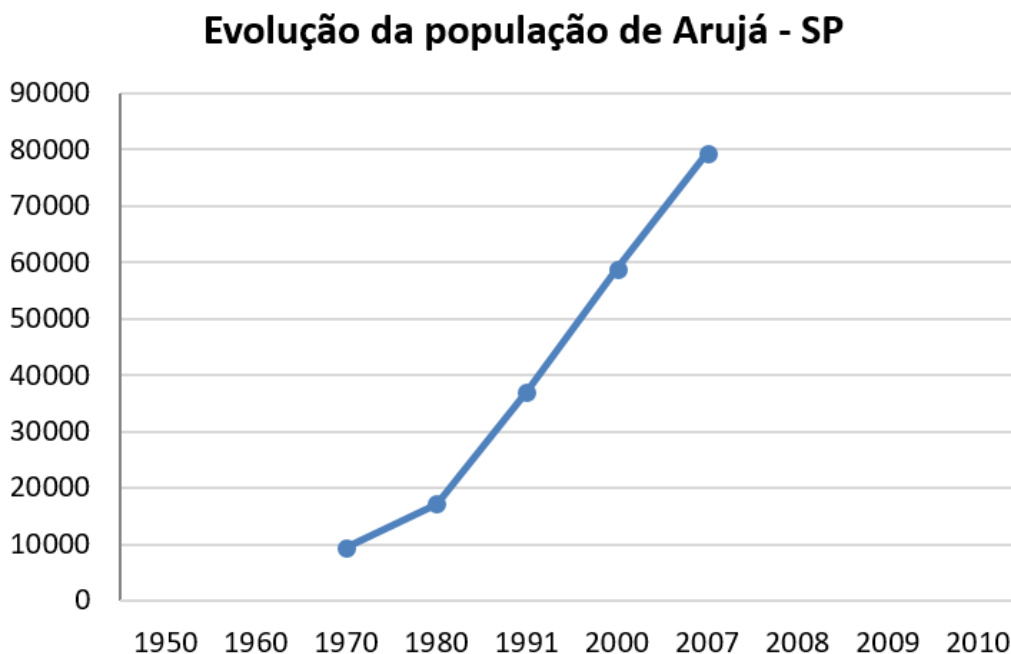


figura 153 Eixo X com amplitude maior que a variação dos dados

Em gráficos de Dispersão XY (*scatterplot*) a proporcionalidade física e de valores é compensada pelo valor de R^2 , contudo, quando o gráfico objetiva representar o relevo (altimetria/batimetria) é comum o uso de duas escalas de valores (exemplo: eixo X - 1cm:

100m e, eixo Y 1cm: 50m). Nestes casos, a alteração na proporção promove um exagero vertical, o qual é relevante para percepção das variações altimétricas do terreno (figura 147).

9.4 Considerações gerais sobre os gráficos

Gráficos podem empregar o recurso da visão em perspectiva (figura 154), porém este tipo de gráfico possui finalidade publicitária ou jornalística e, em geral, não são aceitos em publicações científicas. Isto porque o formato perspectivo pode alterar as proporcionalidades dos valores e/ou ocultar dados e partes da representação gráfica.

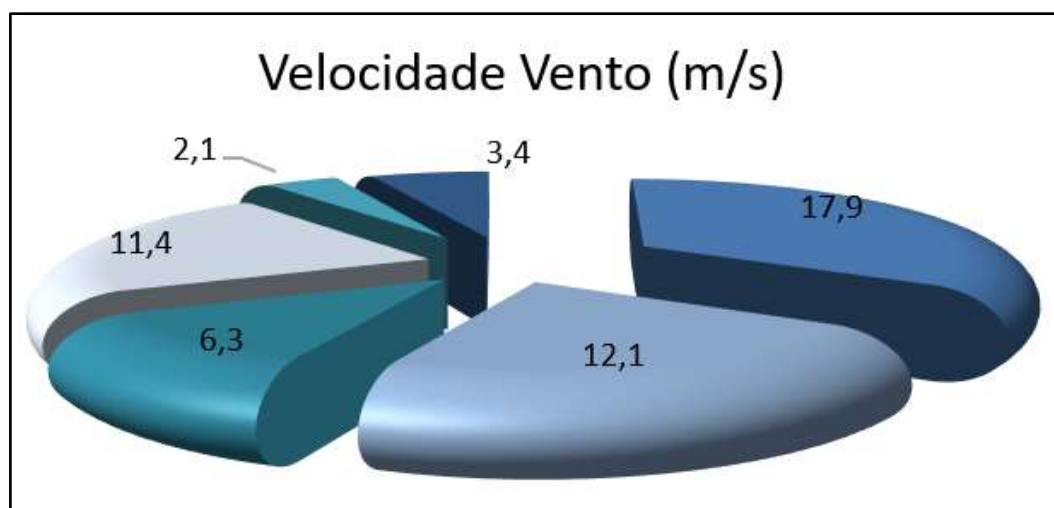


figura 154 Gráfico setorial em perspectiva

Gráficos podem combinar mais de um tipo de representação (figura 155) e/ou serem associados a figuras (pictóricas) com a finalidade de ilustrar um determinado assunto (figura 156). Ainda, podem apresentar construções específicas para fins científicos e servir de instrumento de suporte à pesquisa (Visualização Científica) (figura 157).

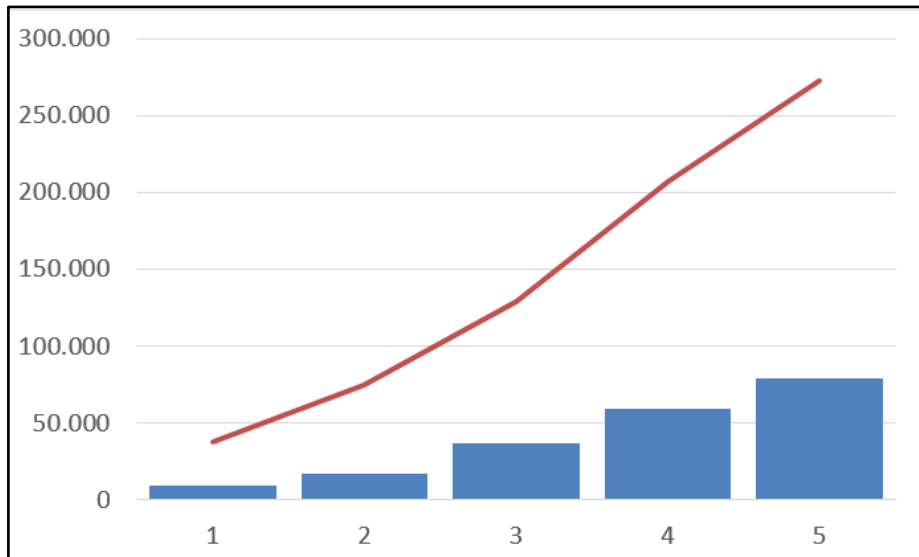


figura 155 Combinação gráfico de colunas com linhas

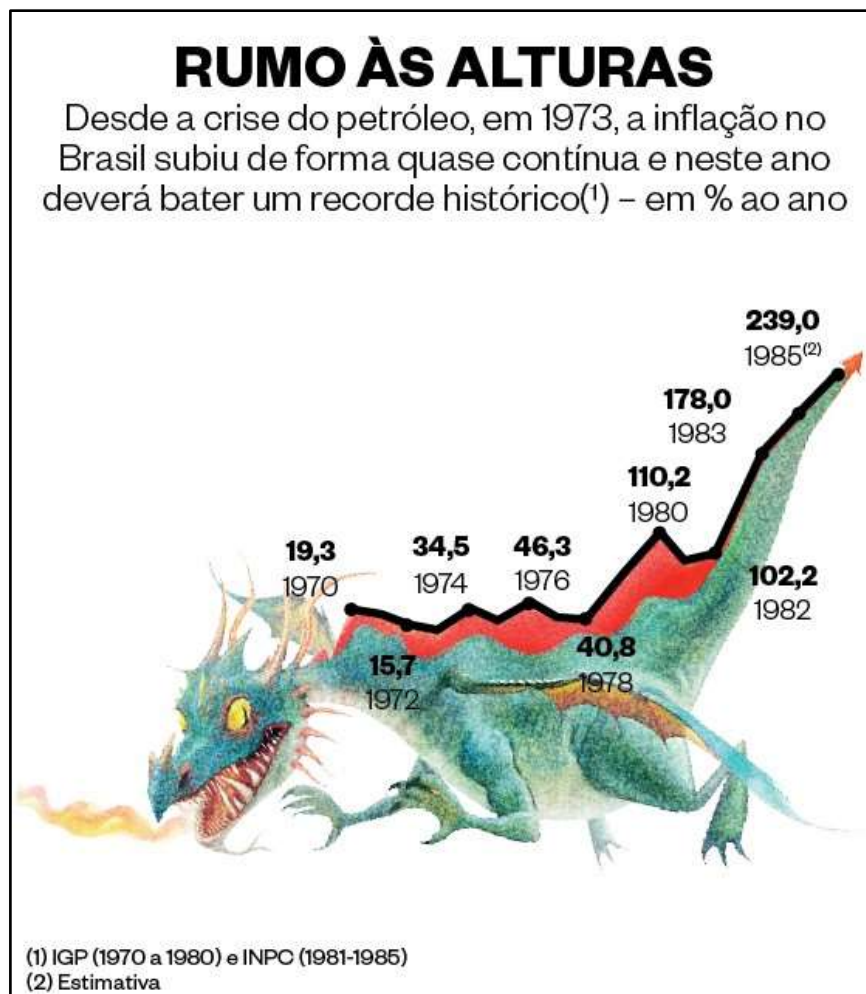


figura 156 Gráfico de linhas com uso de figuras (pictóricas)

Disponível em: http://s2.glbimg.com/_qJHlv2Yoo7hXgPTLNG_TGxHps=/e.glbimg.com/og/ed/f/original/2015/06/01/infografico-inflacao-85.jpg

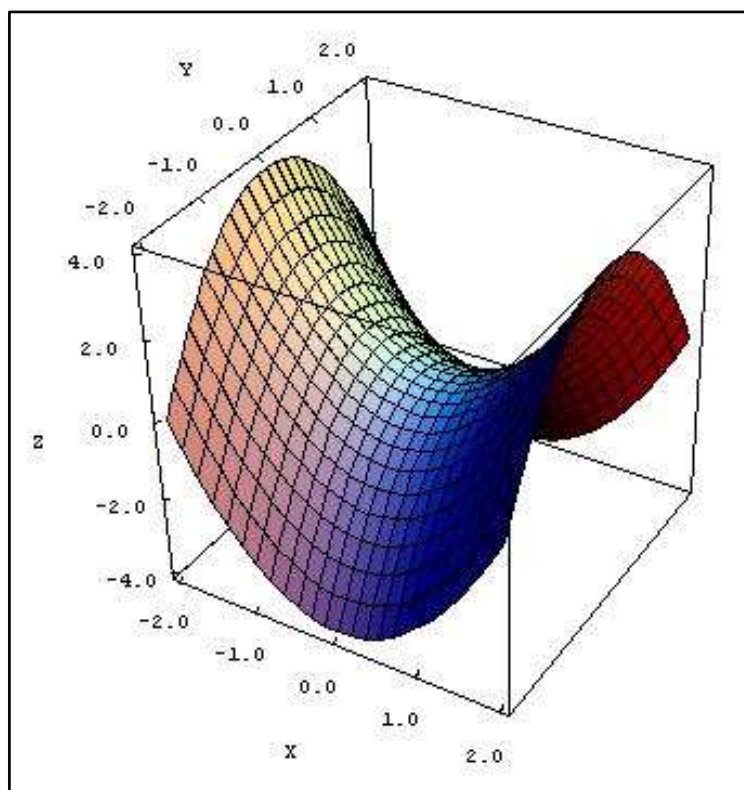


figura 157 Gráfico em 3D para subsidiar a pesquisa – visualização científica

Disponível em: http://www.igm.mat.br/applets_c2/empilhar.jpg

Por fim, gráficos são importantes elementos visuais para transcrever dados, ilustrar informações, investigar padrões espaciais e não espaciais, etc. Contudo, devem ser utilizados com cautela, pois seu uso de forma equivocada pode induzir o leitor a percepções errôneas do fenômeno representado.

Quarta parte

Tratamento de dados

10 Tratamento de dados

Os dados empregados na produção de mapas temáticos e gráficos podem ser utilizados de forma direta (dados brutos) ou, receber diferentes tratamentos que objetivem adequar e facilitar a percepção do fenômeno a ser representado.

Tanto o uso de dados brutos quanto de dados tratados, demandam atenção por parte do elaborador do material gráfico. Cabe ao mesmo escolher a melhor forma de uso em função da finalidade da representação.

Em geral, dados brutos são utilizados para enfatizar a variação do fenômeno e, podem induzir a erros de interpretação por não considerar os contextos espacial e temporal nos quais os mesmos se encontram.

Outro fenômeno que pode decorrer do uso de dados brutos é o da **redundância visual**, comum quando uma ou mais **localidades** apresentam dados com valores muito superiores aos das demais.



figura 158 Redundância visual resultante do uso de dados brutos

O exemplo acima (figura 158) ilustra a redundância visual que pode ocorrer em função do uso de dados brutos. Neste caso, os municípios com maior população do Paraná, também são os que apresentam as maiores quantidades de pessoas com deficiência (azul), divorciados (amarelo) e matriculados em escolas particulares (vermelho).

Quatro tipos de tratamento de dados são recorrentes na produção de mapas temáticos e, por vezes, de gráficos: a **normalização**, a **padronização**, a **ponderação** e a **discretização**.

10.1 Normalização de dados

Normalizar significa contextualizar uma variável em relação à uma outra variável, possibilitando a percepção do fenômeno de forma diferenciada.

Consiste em dividir os valores dos dados de uma variável (V1) pelos valores dos dados de uma segunda variável (V2). A densidade demográfica é um exemplo de variável normalizada, pois resulta da divisão do total da população (V1) pela área (V2).

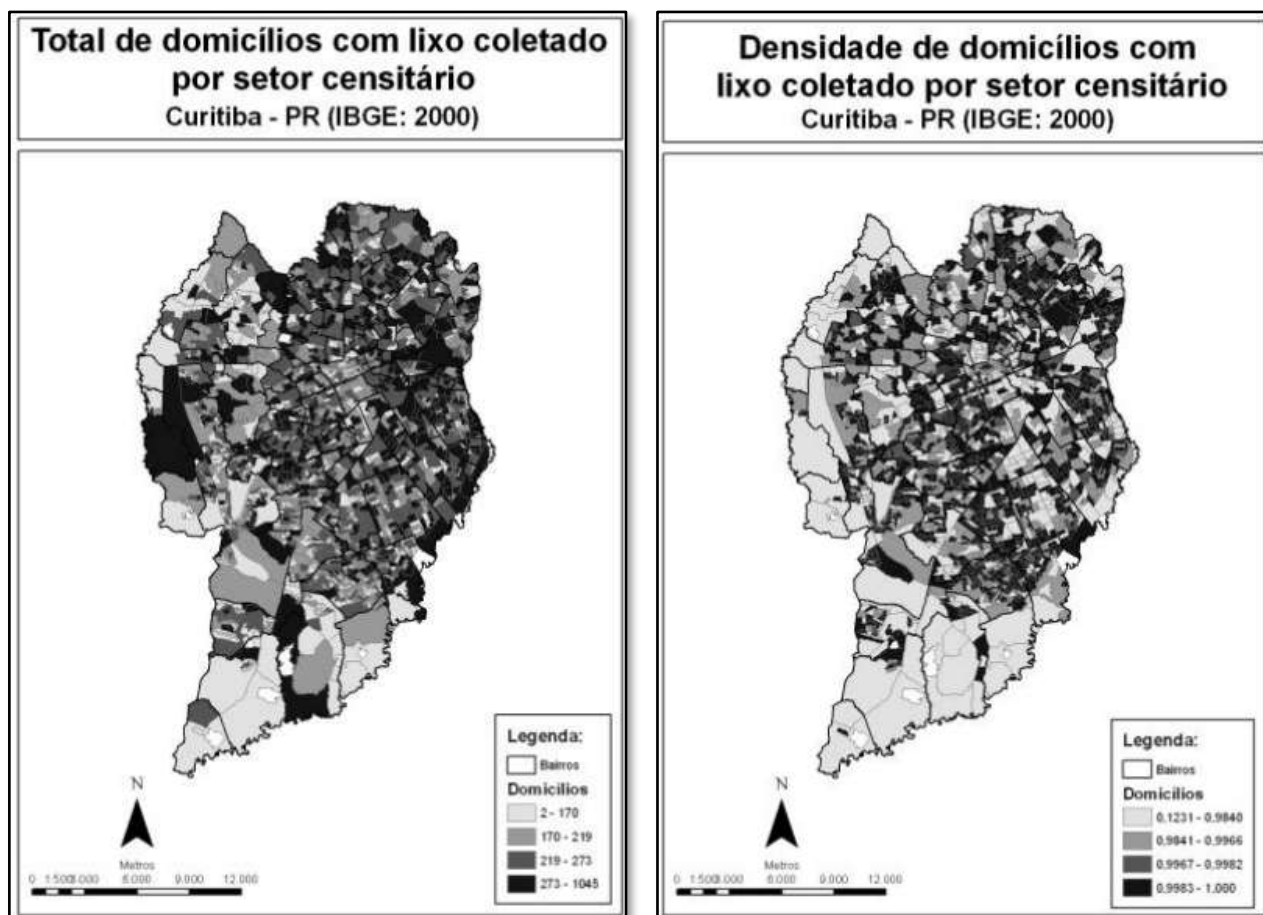


figura 159 Diferentes possibilidades de apresentação de dados: dados brutos e normalizados

A figura 159 (SAMPAIO, 2012) apresenta duas possibilidades de representação do tema coleta de lixo em Curitiba - PR. No primeiro (a esquerda) são apresentados os dados brutos e, no segundo (direita) os valores encontram-se normalizados pelo total de domicílios (SAMPAIO, 2012). É possível observar que dados brutos e normalizados podem promover distintas percepções para um mesmo fenômeno e que, por vezes, podem apresentar lógicas espaciais inversas.

O uso de dados normalizados permite ao usuário observar a dimensão relativa de cada variável frente a outra, a qual serve de parâmetro para sua avaliação, exemplos: total de crimes em relação ao total de habitantes, total de habitantes em relação a área

(densidade demográfica), disponibilidade de vagas nas escolas em relação ao total de alunos em idade escolar, etc.

Desta forma o leitor do mapa pode identificar quais as localidades com as melhores e piores condições relativas, pois considera simultaneamente a análise de duas variáveis.

Em softwares como o ArcGIS®, a janela utilizada para representação de dados quantitativos apresenta um campo específico para seleção de uma segunda variável que será utilizada como normalizadora (figura 160). Em programas como o QGIS®, este procedimento é realizado diretamente na tabela de atributos através da calculadora de campo (figura 161).

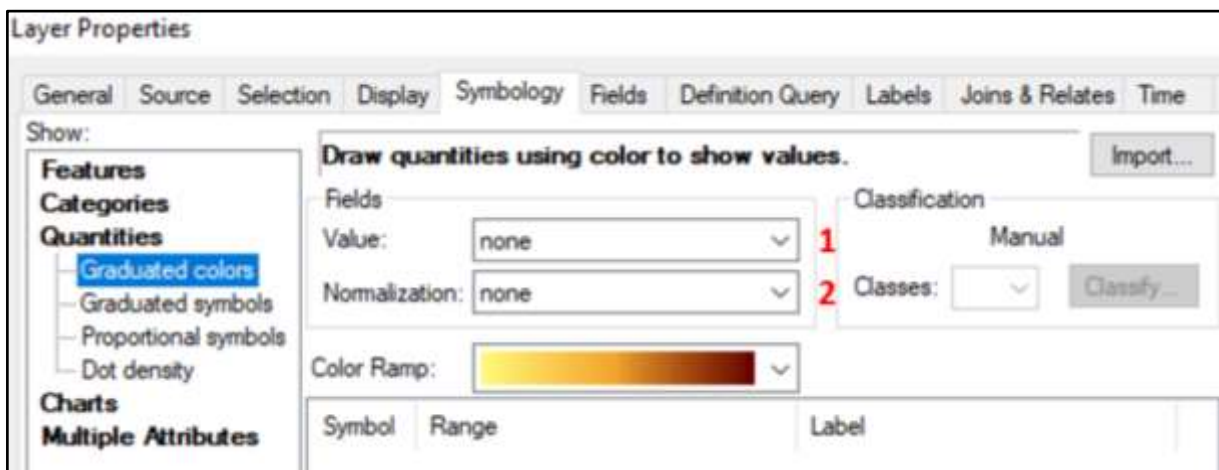


figura 160 Propriedades da camada (ArcGIS®). 1. Variável a ser representada, 2. Variável normalizado

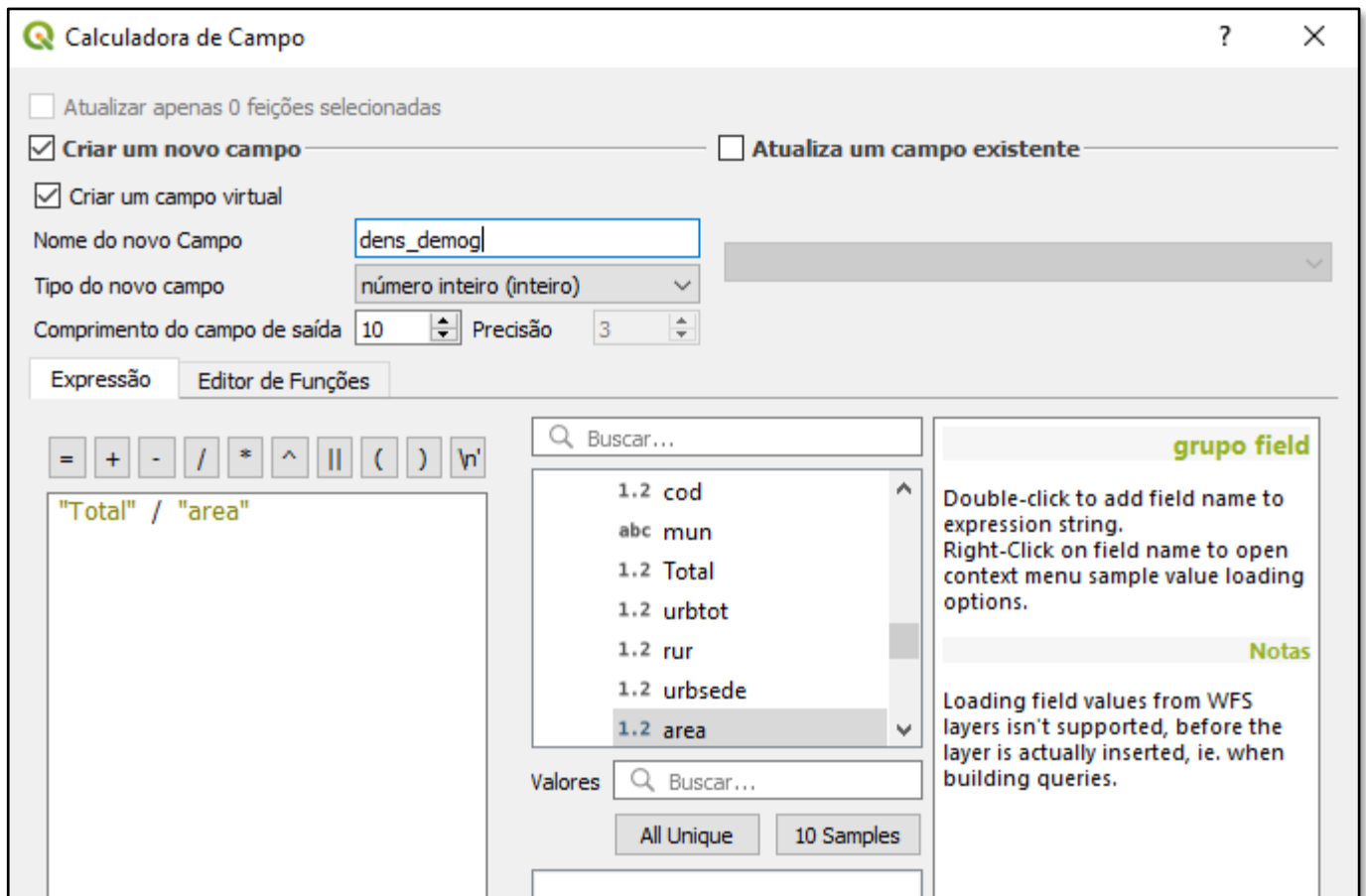


figura 161 Exemplo de normalização utilizando a calculadora de campos do QGIS®

Sampaio (2012) adverte que o processo de normalização pode ser feito entre dados de um mesmo tipo ou, com dados de natureza distinta, resultando ou não em **porcentagens**.

Setores	Variável 1 - Total de domicílios com banheiros	Variável 2 - Total de domicílios	Variável normalizada (V1/V2) - porcentagem
Setor 1	100	200	0,50
Setor 2	150	210	0,71
Setor ....	....	....	....
Setor n	....	....	....

figura 162 Exemplo de normalização com dados de mesma natureza, resultando em porcentagens

No exemplo acima (figura 162), **o total de domicílios com banheiros** (variável V1) pode ser normalizado pelo **total de**

domicílios (variável V2), o que irá fornecer o percentual de domicílios com banheiros (0,5 ou 50% e 0,71 ou 71%).

Também é possível normalizar o **total de domicílios** pelo **total de domicílios com banheiros** e, neste caso, os valores obtidos **não** representam percentagens (2,00 e 1,40).

Setores	Variável 1 - Total de domicílios com banheiros	Variável 2 - Total de domicílios	Variável normalizada (V2/V1)
Setor 1	100	200	2,00
Setor 2	150	210	1,40
Setor ....	....	....	....
Setor n	....	....	....

figura 163 Exemplo de normalização com dados de mesma natureza, sem resultar em percentagens

No exemplo anterior (figura 163) as variáveis utilizadas são de mesma natureza, ou seja, todas dizem respeito aos domicílios (domicílios total e domicílios com banheiros). Contudo, o **total de domicílios com banheiros** pode ser normalizado por variáveis de outras naturezas como **população, área** ou **coleta de lixo**. Assim, o **total de domicílios com banheiros** normalizado pela **população**, é um valor normalizado mas **não** uma percentagem (figura 164).

Setores	Variável 1 - Total de domicílios com banheiros	Variável 3 - População	Variável normalizada (V1/V3)
Setor 1	100	515	0,19
Setor 2	150	319	0,47
Setor ....	....	....	....
Setor n	....	....	....

figura 164 Exemplo de normalização com dados de diferentes naturezas, não resultando em percentagens

O autor destaca a necessidade de se verificar, em processos de normalização, o significado gerado, que pode ser positivo ou negativo. Normalização de caráter positivo é aquela na qual os maiores valores obtidos pelo processo de normalização indicam a situação favorável ao fenômeno representado. Exemplo: a relação entre o **total de domicílios com banheiro** (variável V1) pelo **total de domicílios** (variável V2), resulta em valores nos quais quanto **maior** o valor, **melhor** a condição do local pesquisado (**maior-melhor** - normalização de caráter positivo). A troca na relação entre as variáveis citadas (V2/V1) resulta na inversão do significado da normalização, ou seja, quanto **maior** o valor observado, **pior** a condição do local pesquisado (**maior-pior** - normalização de caráter negativo).

Esta preocupação deve estar presente quando houver a necessidade de combinar variáveis normalizadas em processos de síntese multicritério (SAMPAIO, 2012).

A normalização permite tratar como diferentes locais que apresentem valores brutos iguais. Exemplo: duas localidades com igual ocorrência de crimes (120 por exemplo), porém com populações diferentes – ex.: A=1200 hab. e B=120000 hab., apesar de possuírem mesmo valor para o total de crimes (120), podem ser consideradas como diferentes em relação ao fenômeno crime, uma vez que em A estes representam 10% da população e em B, apenas 0,1%.

10.2 Padronização

A padronização é o processo pelo qual os valores das variáveis são “enquadrados” em uma faixa fixa de variação, como por exemplo, entre 0 e 1.

A padronização permite a comparação e/ou combinação dos valores, uma vez que coloca todas grandezas observadas em intervalos iguais ou similares de variação.

A padronização é especialmente útil em processos de síntese com análise multicritério (SAMPAIO, 2012) e, em outras situações em que se observa a necessidade de comparar ou combinar variáveis.

Na análise multicritério essa medida evita que o processo de análise seja enviesado (tendenciado) pela variável com maior amplitude ou faixa de valores.

Como variáveis distintas podem apresentar, e em geral apresentam, diferentes faixas de variação e parâmetros de mensuração (Kg, pessoas, R\$, domicílios, vagas, etc.), a análise comparativa ou combinação de dados demanda a padronização dos valores.

Exemplo: Suponha um processo de avaliação do grau de adequação dos setores censitários para implantação de uma determinada atividade. Considere que as seguintes variáveis serão utilizadas: renda média familiar (reais - R\$), volume de lixo mensalmente produzido (toneladas - T), disponibilidade de leitos

hospitalares (vagas) e casos de dengue registrados (pessoas) conforme tabela a seguir (figura 165):

Setor	Renda média familiar (R\$)	Volume mensal de lixo produzido (T)	Disponibilidade de leitos hospitalares (vaga)	Casos de dengue registrados (pessoa)
Setor 001	1335,44	204659	5	888
Setor 002	1738,80	127711	3	43
Setor 003	1584,13	52875	2	571
Setor 004	792,16	130032	18	461
Setor 005	524,00	173435	19	10
Setor 006	2836,26	27419	7	21
Setor 007	2957,41	149985	7	548
Setor 008	538,07	21859	6	89
Setor 009	796,43	78436	17	888
Setor 010	2433,30	22836	18	674
Setor 011	1248,65	47499	8	919
Setor 012	729,21	77962	12	399
Setor 013	606,18	162637	1	313
Setor 014	2708,70	120802	18	551
Mínimo	524,00	21859	1	10
Máximo	2957,41	204659	19	919
Amplitude	2433,41	182800	18	909

figura 165 Exemplo de dados utilizados em mapas de síntese ou análise multicritério que apresentam diferentes faixas de variação e parâmetros de mensuração

Como as variáveis apresentam diferentes unidades de medida e faixas de variação, a combinação e comparação dos valores torna-se uma tarefa complexa. Para tanto, todos os valores de todas as variáveis podem e devem ser padronizados (figura 166).

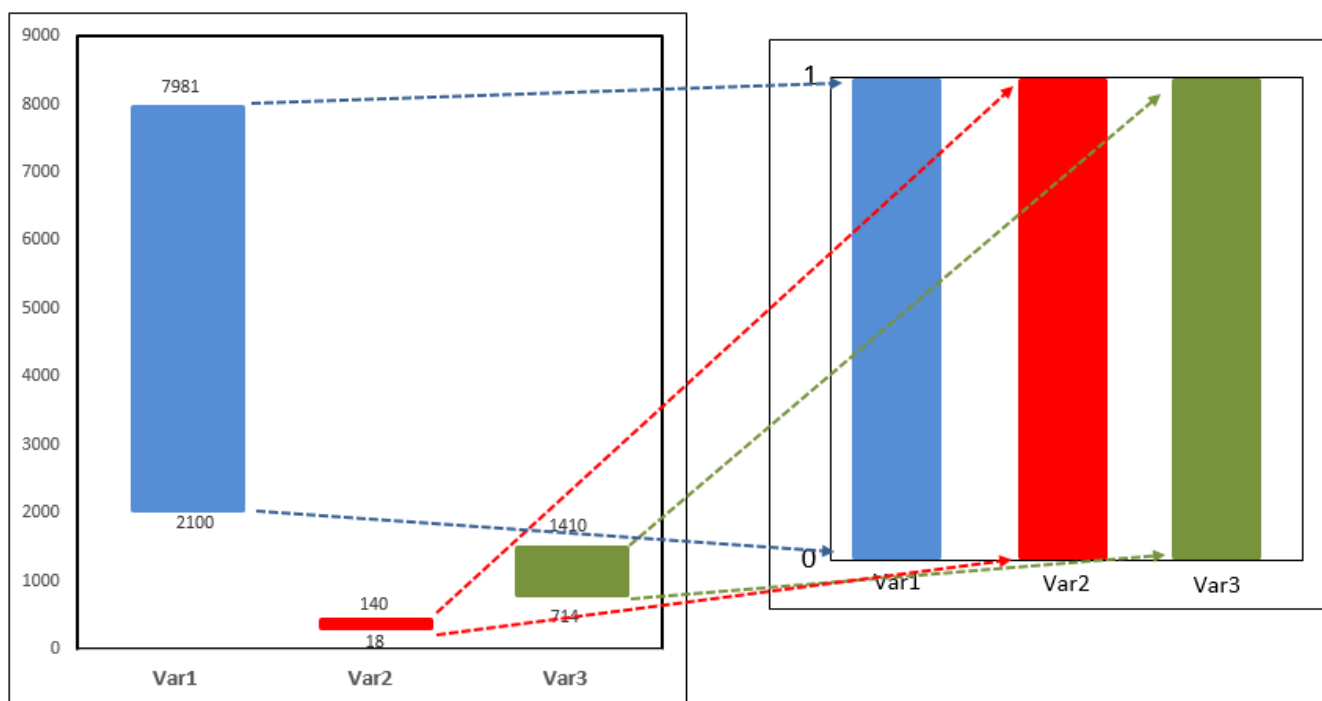


figura 166 Padronização: variáveis 1, 2 e 3 com valores brutos (esquerda) e com valores padronizados (direita)

A padronização, pode ser aplicada diretamente sobre dados brutos, os quais passam a ser padronizados (V_p) ou, sobre dados já normalizados, os quais se transformam em variáveis normalizadas e padronizadas (V_{np}).

O processo de padronização pode ser feito com distintas finalidades, utilizar diferentes procedimentos e, resultar em desiguais valores limítrofes. A critério do elaborador do material gráfico pode ser utilizado um procedimento que limita o valor máximo em 1 e, que permite a variação do valor mínimo (padronização simples) ou, um que estenda os valores observados para os extremos da escala de 0 a 1 (padronização direta) ou ainda, podem ser atribuídos valores previamente arbitrados às variáveis de entrada (padronização por reclassificação).

10.2.1 Padronização simples

Na padronização simples o valor 1 sempre estará presente como resultado, contudo, o menor valor irá flutuar em função dos valores de entrada.

A padronização simples é dada pela fórmula:

$$Vp \text{ (ou } Vnp) = \frac{V \text{ (ou } Vn)}{Vmax}$$

Onde: Vp ou Vnp é a variável padronizada (dados brutos ou normalizados), V ou Vn é o valor que se deseja padronizar (dado bruto ou normalizado) e $Vmax$ é o valor máximo observado na série de dados.

Este procedimento apresenta como vantagem a simplicidade de operacionalização e o fato de, em geral, não produzir valores iguais a zero. Contudo, é sensível a dimensão dos valores que serão padronizados. Assim, dependendo da faixa de valores dos dados de entrada, o processo de padronização poderá resultar em faixas reduzidas de variação dentro do espectro de 0 a 1.

Setores	Variável 1	Vp1	Variável 2	Vp2
1	1,188	0,124	201,188	0,960
2	5,014	0,525	205,014	0,978
3	7,597	0,796	207,597	0,991
4	7,435	0,779	207,435	0,990
5	4,919	0,515	204,919	0,978
6	9,548	1,000	209,548	1,000
7	2,403	0,252	202,403	0,966
8	6,091	0,638	206,091	0,984
9	5,686	0,596	205,686	0,982
10	1,119	0,117	201,119	0,960
11	5,436	0,569	205,436	0,980
12	5,338	0,559	205,338	0,980

Máximo	9,548	1,000	209,548	1,000
Mínimo	1,119	0,117	201,119	0,960
Amplitude	8,429	0,883	8,429	0,040

figura 167 Resultados da padronização de duas variáveis com igual amplitude

Conforme se observa na figura 167 os dois conjuntos de dados apresentam igual faixa de variação (amplitude = 8,429), contudo a variável 2 apresenta valores mais elevados (de 201,119 a 209,548) enquanto a variável 1 apresenta mínimo de 1,119 e máximo de 9,548. Este fato, faz com que os valores padronizados da variável 1 apresentem faixa de variação mais ampla (de 0,117 a 1), enquanto que a padronização da variável 2 apresenta estreita faixa variação e valores elevados (de 0,960 a 1).

Neste caso, a aplicação de análise multicritério (que envolve a combinação de duas ou mais variáveis) tende a ser enviesada pois, faixas de variação estreitas e com valores elevados, terão naturalmente maior peso no processo de análise.

10.2.2 Padronização direta

Outra opção para padronizar dados de qualquer natureza é a padronização direta, a qual é dada pela fórmula:

$$Vp \text{ (ou } Vnp) = \frac{V \text{ (ou } Vn) - Vmin}{Vmax - Vmin}$$

Onde: Vp ou Vnp é a variável padronizada (dados brutos ou normalizados), V ou Vn é o valor que se deseja padronizar (dado bruto ou normalizado) e $Vmin$ e $Vmax$ são os valores mínimo e máximo observados na série de dados e, corresponde a amplitude.

Setores	Variável 1	Vp1	Variável 2	Vp2
1	1,188	0,008	201,188	0,008
2	5,014	0,462	205,014	0,462
3	7,597	0,769	207,597	0,769
4	7,435	0,749	207,435	0,749
5	4,919	0,451	204,919	0,451
6	9,548	1,000	209,548	1,000
7	2,403	0,152	202,403	0,152
8	6,091	0,590	206,091	0,590
9	5,686	0,542	205,686	0,542
10	1,119	0,000	201,119	0,000
11	5,436	0,512	205,436	0,512
12	5,338	0,501	205,338	0,501

Máximo	9,548	1,000	209,548	1,000
Mínimo	1,119	0,000	201,119	0,000
Amplitude	8,429	1,000	8,429	1,000

figura 168 Resultados da padronização de duas variáveis com igual amplitude

Observe na figura 168 que com a aplicação da padronização direta os dois conjuntos de dados resultam em iguais faixas de variação (de 0,000 a 1). Este procedimento “estende” ou “comprime” os valores de entrada do 0 ao 1, independente da dimensão dos dados de entrada.

Apesar de útil para processos de análise multicritério, uma vez que padroniza em amplitude todos os dados de entrada, este procedimento é menos adequado quando se deseja padronizar apenas uma série de dados. Isto porque sempre atribui o valor 0 a menor grandeza observada na série, o que pode transmitir a ideia de ausência do fenômeno.

10.2.3 Padronização por reclassificação ou ponderação por reclassificação

Permite a integração de dados qualitativos ao processo de análise e, consiste em atribuir valores arbitrários ou padronizados aos **dados** de entrada (figura 169).

Solos	Valor atribuído	Declividade (%)	Valor atribuído	Hipsometria	Valor atribuído
Latossolo	5	0 a 3	5	1200 acima	5
Cambissolo	4	3 a 12	4	1100 a 1200	4
Argissolo	3	12 a 25	3	1000 a 1100	3
Neossolo	2	25 a 45	2	900 a 1000	2
Planossolo	1	acima de 45	1	abaixo de 1000	1

figura 169 Exemplo de padronização por reclassificação

Apesar dos valores atribuídos apresentarem mesma faixa de variação (exemplo acima: de 1 a 5), a reclassificação não pode ser considerada como um processo similar aos de padronização simples ou direta.

Isto porque, cada **dado** reclassificado adquire um valor empírico que, em operações de álgebra de mapas e multicritério irão funcionar como um "peso". Assim, considerando o exemplo acima, ao atribuir valor 5 ao latossolo, o pesquisador também está atribuindo maior importância ao mesmo no processo de análise.

O processo de ponderação por reclassificação pode ser decisão do elaborador do material gráfico, combinado ou não ao resultado de pesquisa bibliográfica e/ou, de consulta a um grupo de especialistas no assunto (ponderação *Ad doc*). Na ponderação por reclassificação *Ad doc*, é feita uma média com os valores atribuídos pelos especialistas, a qual pode ser simples ou ponderada. Assim, o resultado da consulta aos especialistas pode levar em consideração o tempo de experiência, por exemplo, que cada um dos consultados possui.

Quando a ponderação por reclassificação for feita pelo elaborador da síntese, o mesmo deve possuir como referência a forma como o fenômeno se manifesta na área de estudo.

Exemplo: Ponderação por reclassificação para definição de áreas de risco a movimentos de massa. Neste caso, o elaborador pode utilizar como critério para atribuição dos valores, as características das áreas aonde o evento já ocorreu e, a frequência de ocorrência ou intensidade do mesmo (figura 170).

Solos	Ocorrência/Recorrência	Valor atribuído
Latossolo	6	5
Cambissolo	2	3
Argissolo	x	1
Neossolo	1	2
Planossolo	x	1

figura 170 Exemplo de parâmetros possíveis para uso no processo de padronização por reclassificação

10.3 Ponderação

A ponderação consiste na atribuição de pesos às **variáveis** e não aos dados, como no caso da reclassificação por ponderação. A ponderação é utilizada em processos de síntese e análise multicritério.

De forma similar ao processo de atribuição de pesos utilizado pela técnica AHP (*Analytic Hierarchy Process*), Sampaio (2012) sugeriu um procedimento aplicável a diferentes contextos no qual, inicialmente é identificada a variável com menor relevância para o processo de análise. A esta variável é atribuído peso 1 e, todas as demais variáveis são ponderadas considerando sua importância relativa frente a este (figura 171).

Exemplo:

Variáveis	Grau de relevância das demais variáveis em relação a variável menos importante	Peso bruto	Peso relativo (peso bruto/soma dos pesos brutos distribuídos)
Variável 1	Esta variável é 3 vezes mais importante que a variável 3	3	0,162
Variável 2	Esta variável é 2,5 vezes mais importante que a variável 3	2,5	0,135
Variável 3	Varável menos relevante	1	0,054
Variável 4	Esta variável é 4 vezes mais importante que a variável 3	4	0,216
Variável 5	Esta variável é 3 vezes mais importante que a variável 3	3	0,162
Variável 6	Esta variável é 5 vezes mais importante que a variável 3	5	0,270
Soma dos pesos brutos distribuídos:		18,5	1

figura 171 Processo de ponderação a partir da identificação da variável menos importante

10.4 Discretização de dados

Em tratamento de dados, discretizar corresponde ao processo de "fatiamento" em classes de um conjunto ou série de dados numéricos. Este processo pode ser empírico, empregar

procedimentos predefinidos ou, apoiar-se em técnicas estatísticas. Para discretizar dados, dois passos devem ser definidos: o número de classes (N_c) e, o intervalo de classes (I_c).

O número de classes (N_c), define o grau de generalização com o qual a informação será transmitida, sendo inversamente proporcional ao nível de generalização. O intervalo de classes (I_c) define os valores limites (superior e inferior) de cada classe.

Se a quantidade de classes ou a definição de seus limites resultar no agrupamento de indivíduos distintos em um único grupo, esta classificação será inadequada, pois tratará como iguais ou semelhantes, indivíduos que são diferentes.

10.4.1 Número de classes

No processo de discretização uma classe corresponde a um intervalo de valores no qual um conjunto de dados (ou indivíduos) é agrupado.

A formação de classes pode ser feita tanto para dados de superfície contínua quanto discreta. Via de regra, quanto maior o número de classes, maior o detalhamento dos dados e maior a aproximação do valor da classe com o valor dos dados/indivíduos presentes nas mesmas.

A quantidade máxima de classes a ser utilizada está relacionada a diferentes fatores como: objetivo da representação, perfil dos usuários, número de dados, número de indivíduos espaciais e o grau de detalhamento ou generalização desejada.

A quantidade mínima deve ser aquela que evita o agrupamento de dados/indivíduos distintos em uma mesma classe. Ou seja, deve evitar que indivíduos distintos sejam tratados graficamente como sendo similares.

Autores como Bertin (1967) e Bord e Blin (2016) utilizaram e sugerem o uso de três, cinco e sete classes para produção de mapas e Azevedo e Campos (1981), sugerem o uso de até 20 classes como forma geral de discretização de dados.

No processo de produção de um mapa ou gráfico, o elaborador deve ter em mente que **a quantidade de classes decorre, essencialmente, do grau de similaridade dos dados** (figura 172).

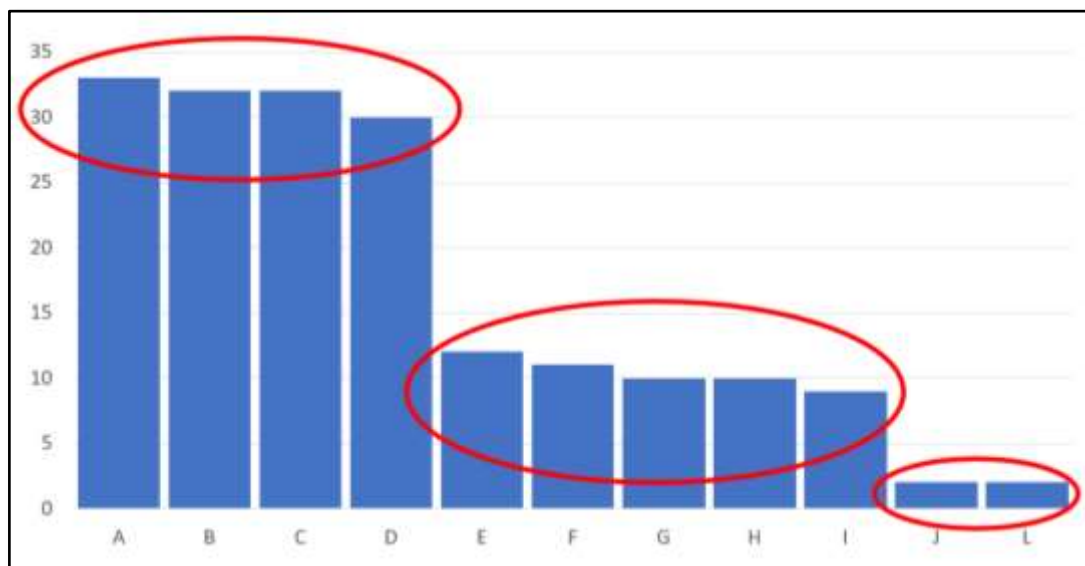


figura 172 Formação de número de classes em função do grau de similaridade dos valores observados

No exemplo acima, os indivíduos podem ser agrupados em três classes, tendo em vista o grau de similaridade dos valores observados.

Contudo, o critério utilizado para definição do número de classes nem sempre é claro e fácil de ser inferido (figura 173). A

inadequação do N_c pode dificultar a percepção da forma como o fenômeno se manifesta e se distribui pelo espaço. Também pode gerar problemas de classificação equivocada em processos de análises espaciais, quando houver necessidade de relacionamento com outros dados.

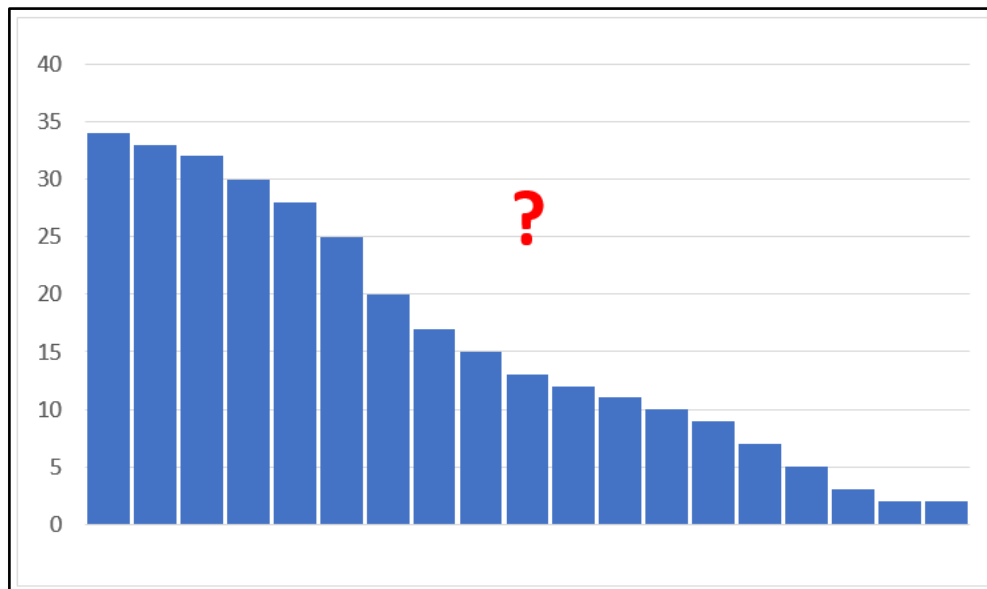


figura 173 Dificuldade na definição do número de classes

Na bibliografia correlata são encontradas diferentes fórmulas para o cálculo do número ideal de classes, sendo aqui apresentadas as três propostas mais recorrentes.

A primeira é baseada na amplitude dos dados e no número de dados:

$$N_c = \frac{h}{n}$$

onde: N_c = amplitude dos dados, h é a amplitude e n é número de dados – Duarte (1991).

A segunda é conhecida como proposta de Sturges (1926) e é dada pela fórmula:

$$Nc = 1 + 3,3 * \log_n$$

onde n é o número de dados - (DUARTE, 2002; SEWARD; DOANE, 2014). A terceira proposta também considera quintuplo do log de n e é obtido pela fórmula:

$$Nc = 5 * \log_n$$

onde n é o número de dados.

As três propostas apresentam possibilidades e restrições de uso. A primeira proposta, baseada na amplitude, pode ser empregada quando os dados apresentam “baixa” amplitude e número “razoável” de indivíduos. Apesar de ser difícil definir o que se entende por “baixa” amplitude e, “razoável” número de indivíduos, um exemplo com base nos dados de população ajuda a ilustrar as vantagens e limitações desta proposta.

Exemplo 1: Mapa coroplético da População do Paraná (2010). Sendo a amplitude observada de 1750498 hab. (maior e menor população: Curitiba - 1751907 e Jardim Olinda - 1409) e, o total de municípios (n) igual a 399, então o total de classes a ser utilizada no mapa é de 4387 classes.

Este exemplo serve para ilustrar a incompatibilidade desta proposta (amplitude / n) quando os dados apresentam “grande” amplitude. No caso do mapa do Paraná, a proposta é inadequada uma vez que sugere um número de classes superior ao número de indivíduos a serem representados.

As propostas de Sturges e do quintuplo do log de n , resultam na formação de um número menor de classes, sendo Sturges a

metodologia mais recorrentemente observada nas pesquisas em diferentes áreas (biologia, química, sociologia, etc).

Estas propostas definem, de forma indireta, o número mínimo de classes. Isto porque, quando o número de indivíduos é reduzido, por exemplo 10 (sendo $\log_{10} 10 = 1$), a aplicação das propostas resulta em 4,3 e 5 classes, respectivamente.

Apesar da existência das fórmulas acima apresentadas, em geral o número de classes é resultado de uma decisão empírica por parte do elaborador do material gráfico.

Neste sentido, é comum o uso de um número ímpar de classes para representação dos mais diferentes temas (como a exemplo 3, 5 e 7). Isto porque, estes números permitem ao usuário visualizar uma classe mais central e, uma ou mais classes com valores acima e abaixo desta.

10.4.2 Intervalo de classes (I_c).

O intervalo de classe (I_c) corresponde a clusterização (agrupamento) dos dados, o que se dá em função da definição dos limites superior e inferior de cada "fatia" ou classe (figura 174).

Esta etapa é de fundamental importância, pois define a qual grupo um determinado valor/indivíduo deve pertencer. Assim, o enquadramento de um pixel, com valor de declividade igual a 44%, por exemplo, em uma classe superior ou inferior, pode resultar na classificação de uma área como sendo de risco ou não. Conseqüentemente, pode implicar na desapropriação e remoção das pessoas que ali residem.

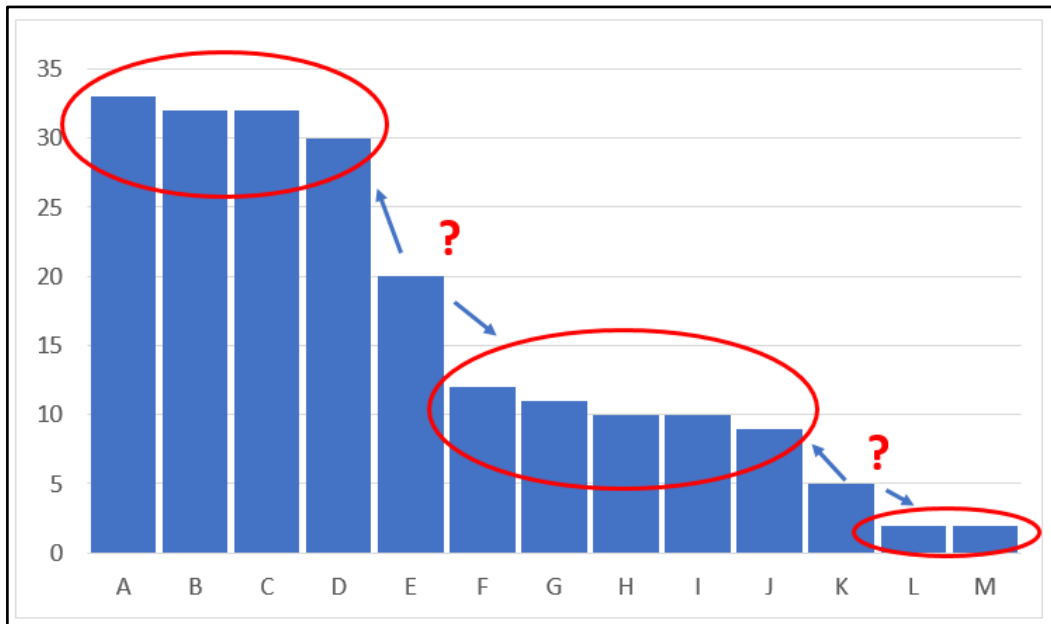


figura 174 Definição do Intervalo de classes (I_c)

Intervalos de classes podem ser **simétricos** ou **assimétricos**. Intervalos simétricos, ou equidistantes, resultam da divisão da amplitude total dos dados pelo número de classes (N_c). Intervalos assimétricos empregam faixas variáveis de valores. Em dados geoespaciais, os procedimentos mais utilizados para discretização assimétrica são Jenks e Quantil.

Dentre as possibilidades ofertadas pelos SIGs, o uso de classes equidistantes é, em geral, o procedimento menos adequado para dados de superfície discreta, em função de poder resultar na formação de classes vazias (sem dados) e/ou, na concentração excessiva de indivíduos em uma mesma classe. Isto porque, o processo de “fatiamento” dos dados pode resultar em intervalos para os quais não existem indivíduos que se enquadram em uma determinada classe/faixa de valores.

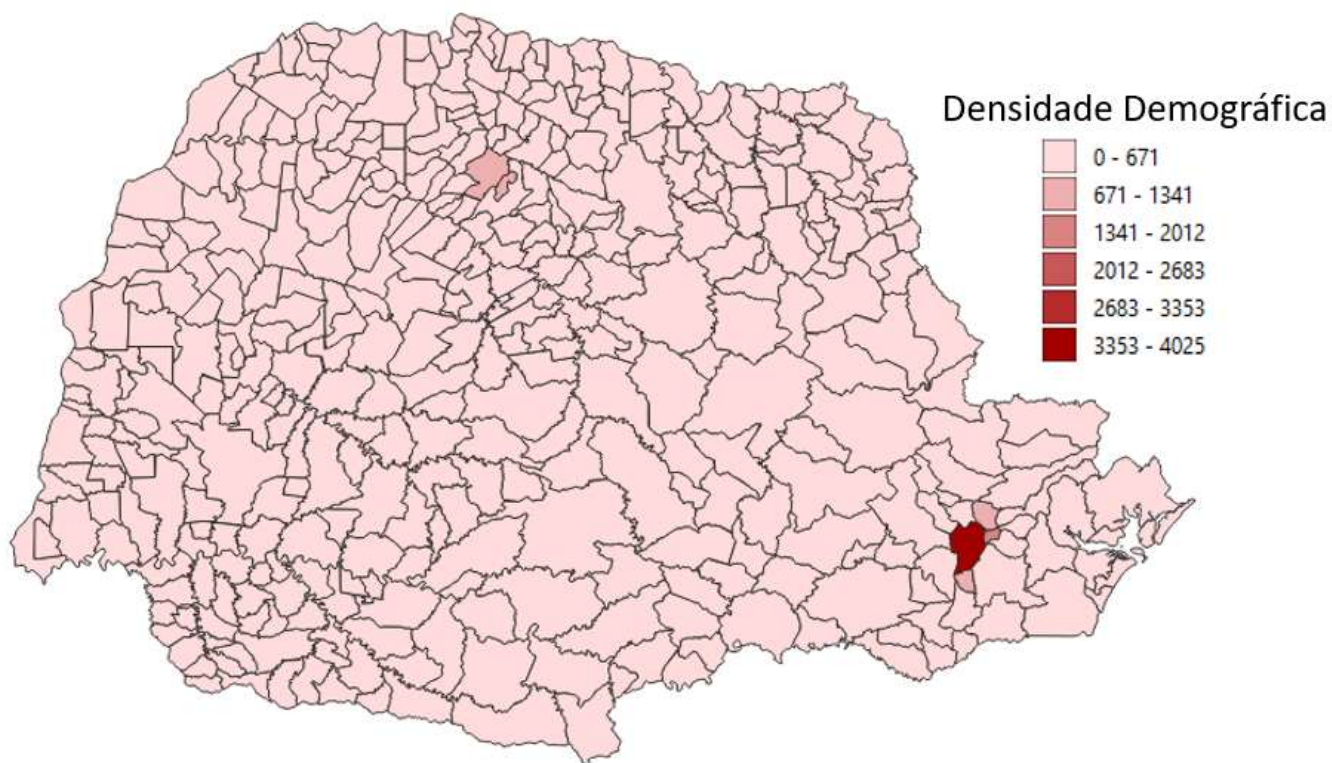


figura 175 Densidade demográfica (PR – 2010): discretização por classes equidistantes

A figura 175 apresenta a densidade demográfica dos municípios do Paraná para o ano de 2010, com dados discretizados em classes equidistantes. Neste caso, o procedimento se mostra inadequado pois, das seis classes utilizadas três não apresentam municípios que se enquadram nas mesmas e, dos 399 municípios. 363 foram agrupados em uma única classe.

Jenks é um método proposto por George Frederick Jenks (FRENZEL, 1967), também denominado de quebras naturais (ArcGIS® e QGIS®). Emprega a análise da variância, sendo que a formação dos agrupamentos busca minimizar este valor entre os dados e, ao mesmo tempo, maximizar a variância entre as classes.

Quantil é técnica que divide um conjunto de dados em partes iguais a partir da função de distribuição acumulada (FDA) (KAZMIER, 2006). Dependendo da quantidade de classes o Quantil pode

apresentar nomenclatura própria, como percentis, quintis ou quartis (quantil dividido em 100, 5 e 4 partes, respectivamente).

A técnica de quantil é recomendada para discretização e visualização de dados em diferentes contextos como por exemplo a meteorologia, a hidrologia (XAVIER, 2002) e, economia (MEDEIROS, 2006).

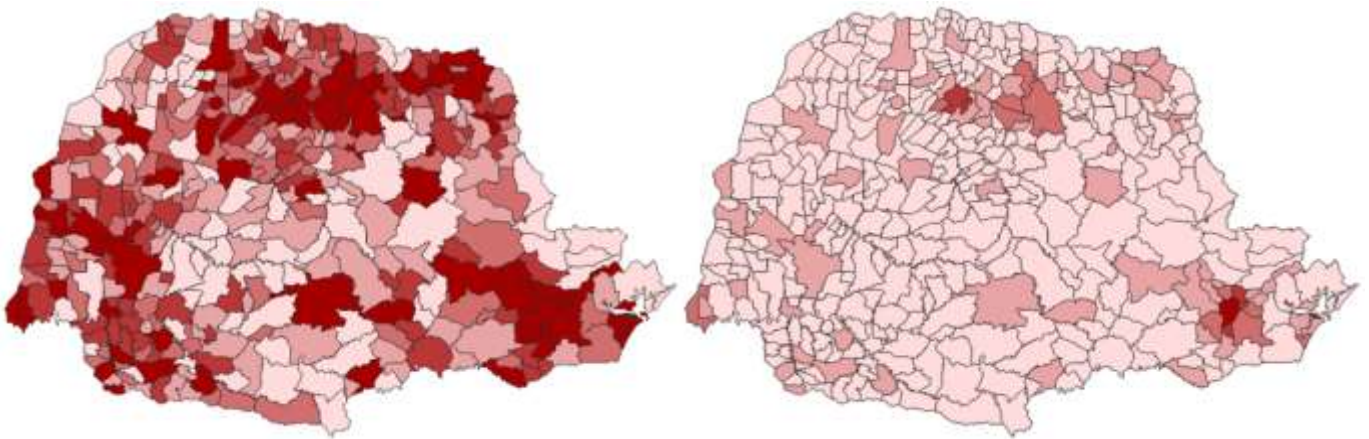


figura 176 Densidade demográfica (PR - 2010): discretização por Quantil a esquerda e por Jenks a direita

Observa-se que a representação de dados discretizados por diferentes métodos resulta em distintas percepções sobre o fenômeno cartografado. No caso da Densidade demográfica (PR) (figura 176) a discretização por Quantil resulta em uma distribuição mais proporcional, em relação a quantidade de municípios por classe de valores, enquanto a discretização por Jenks revela o quão diverso são os valores de densidade demográfica no Paraná.

O uso de técnicas estatísticas sem a adoção de critérios claros para discretização dos dados, em geral, resulta em soluções questionáveis. A definição de N_c e I_c deve ser orientada sempre, pelo conhecimento do fenômeno a ser representado.

Como exemplo de definição correta de classes, pode se citar as diferentes formas de se definir as classes para representação da declividade. Tanto a quantidade de classes (Nc), quanto os limites das mesmas (Ic) variam em função das diferentes finalidades de uso (agricultura, estabilidade de encostas, classificação de formas de relevo, etc).

Portanto, a definição de Nc e Ic **não** deve ser resultado de um tratamento estatístico sem fundamentação, mas deve decorrer da identificação da forma de variação do fenômeno e da finalidade de uso.

Diante de um fenômeno em que o elaborador do material gráfico não possui conhecimento para definir a melhor forma de discretização, o mesmo pode optar por apresentar duas ou mais propostas de material gráfico.

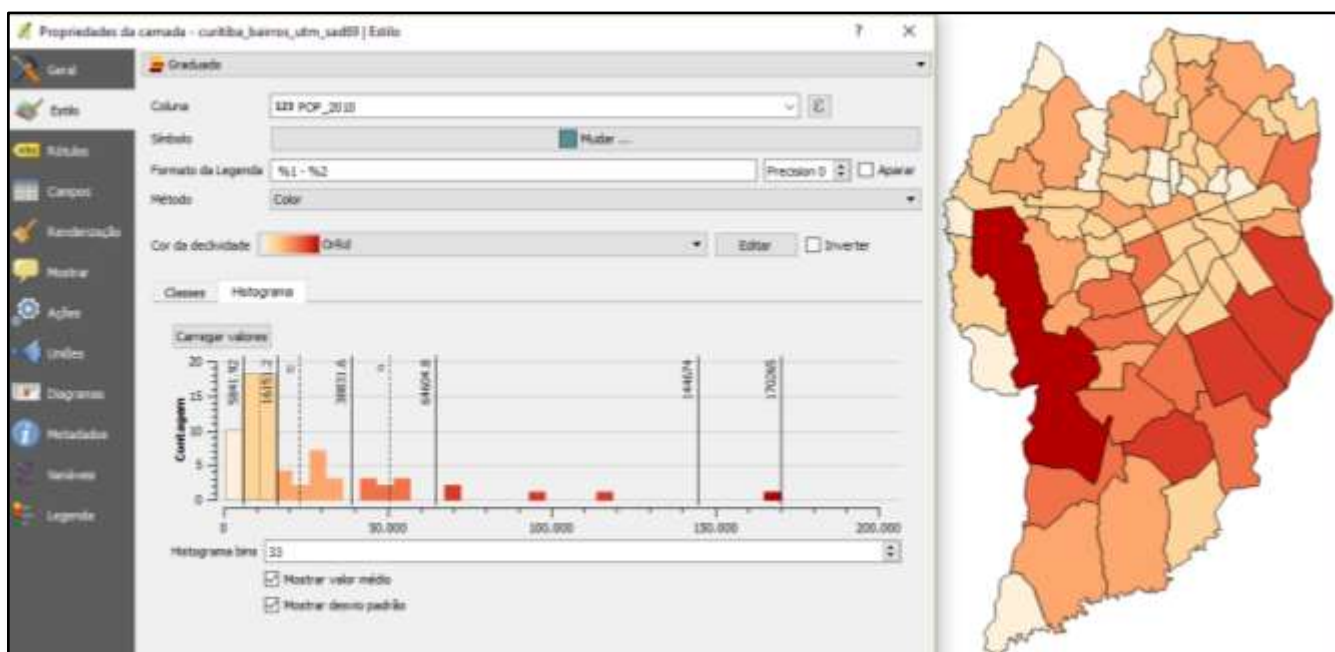


figura 177 Exemplo de discretização utilizando QGIS®. Tanto o Nc quanto o Ic foram definidos a partir da análise visual do histograma

11 Síntese

Um mapa de síntese é uma representação na qual diferentes temas foram combinados dando origem a um novo mapa, o qual possibilita ao usuário o acesso à informação não percebida a partir da leitura dos temas em separado (coleção de mapas) ou sobrepostos (superposição de mapas).

A síntese pode ser classificada em função do tipo de dados e processos empregados em sua produção. Quanto ao tipo de dados a síntese pode ser qualitativa ou quantitativa. A qualitativa é aquela que faz exclusivamente uso de dados que expressam a ideia de seletividade ou, a maioria dos mesmos. Pode resultar da combinação de superfícies discretas ou discretizadas (matricial e/ou vetorial), com.

A quantitativa pode ser feita utilizando superfícies discretas, discretizadas ou contínuas, e faz uso de dados que expressam preferencialmente a ideia de quantidade.

Diferentes processos e metodologias podem ser utilizados para geração de mapas de síntese. AHP (*Analytic Hierarchy Process*), lógica *Fuzzy*, álgebra de mapas e outros, são exemplos de metodologias que combinam camadas de dados e obtém como resultado um mapa de síntese. Estas metodologias podem empregar dados com ou sem ponderação (síntese simples ou ponderada).

11.1 Síntese Qualitativa

Expressa a individualização de unidades espaciais nas quais a combinação de atributos, essencialmente qualitativos, é única quando comparada as demais. Em geral, é o procedimento utilizado para definição de unidades de paisagem e de planejamento ambiental. São obtidas por operações booleanas de união a partir da combinação de camadas de dados com geometria do tipo polígono ou, por álgebra de mapas com camadas matriciais. Este processo pode ser simples ou ponderado.

11.1.1 Síntese Qualitativa Simples - SQS

Em ambiente SIG, a Síntese Qualitativa Simples com superfícies discretas do tipo polígono e atributos qualitativos, resulta da combinação direta das camadas de dados. Nesse caso, a SQS pode resultar da junção (união) de temas como vegetação, uso da terra, pedologia e geologia.

A SQS também pode ser obtida a partir do uso de dados matriciais de superfície discreta, por operações de álgebra de mapas. Nesse caso, a SQS resulta da combinação dos valores associados aos temas classificados (exemplo: 121, como resultado da combinação dos valores de ND 1 = pasto, ND 2 = latossolo e ND 1 = quartzito).

No caso dos arquivos matriciais, os "atributos" são resultado de classificações prévias ou de processos de classificação de imagens obtidas por sensoriamento remoto. Assim, cada tema corresponde, ou é associado a **um** ou **mais** ND's (nível digital).

O atributo latossolo, por exemplo, pode receber o valor 2, enquanto cambissolo: 5, ambos como resultado das escolhas feitas pelo operador do software durante a etapa de transposição do arquivo vetorial para o formato matricial (matriciação). Já o tema floresta nativa, por exemplo, pode apresentar valor 2, como resultado de reclassificação dos pixels de uma imagem. Em ambos os casos os valores **não** possuem carácter quantitativo e os arquivos utilizados para fazer a síntese são superfícies discretas matriciais.

Assim, apesar da SQS utilizar números, como no exemplo anterior, esses funcionam como identificadores (ID) dos temas e, os valores resultantes, exemplo 252 e 152, indicam áreas distintas.

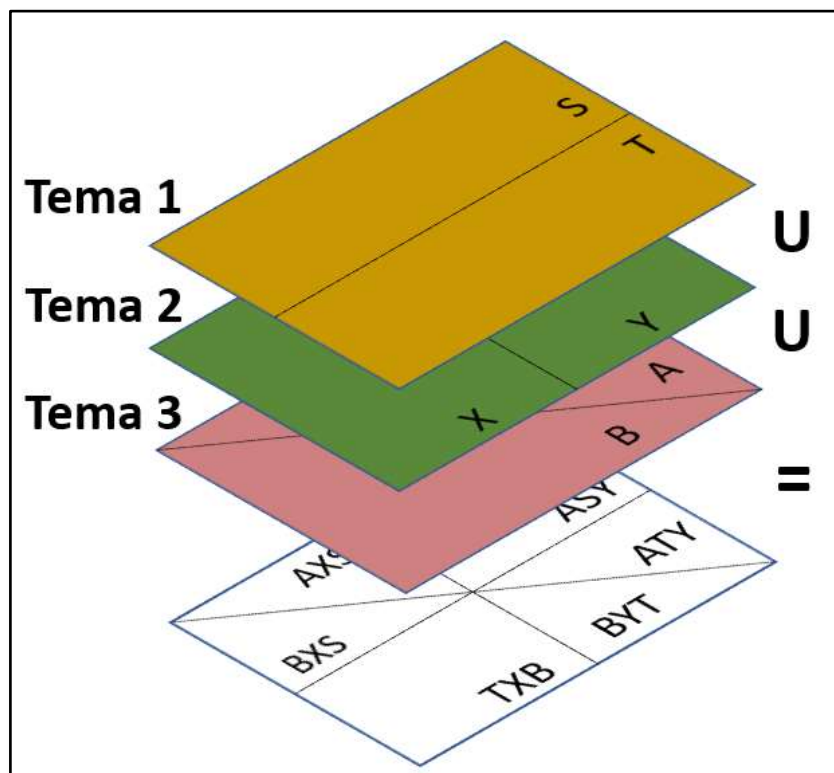


figura 178 Exemplo de SQS - (vetorial-polígonos ou matricial)

Nos dois casos (superfície discreta: polígonos ou matricial) não há atribuição de pesos aos temas que são combinados e a síntese

resultante indica a ideia de seletividade, a qual pode apresentar carácter associativo ($S \equiv$) ou dissociativo ($S \neq$).

11.1.2 Síntese Qualitativa Ponderada - SQP

Na Síntese Qualitativa Ponderada (SQP) a maioria dos dados utilizados são qualitativos, contudo os temas são substituídos ou atrelados à pesos, os quais indicam sua importância no processo de síntese. Na etapa final, os valores de cada unidade espacial são obtidos por média ponderada.

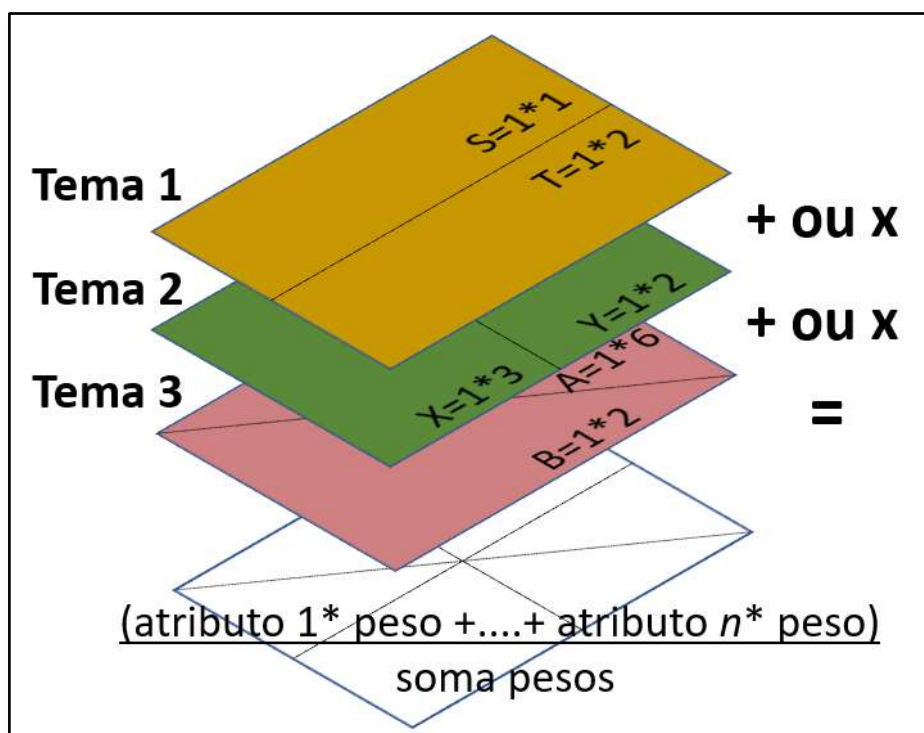


Figura 179: Exemplo de Síntese Qualitativa Ponderada

Apesar de empregar a média ponderada, trata-se de um procedimento de síntese qualitativa, uma vez que emprega essencialmente atributos que traduzem a ideia de seletividade como vegetação, solos, geologia, etc. A maior dificuldade e crítica a este tipo de construção reside na definição dos pesos, uma vez que

demandam profundo conhecimento científico para o local e atributos envolvidos ou, irá envolver uma série de processos subjetivos. Nos dois casos, qualquer alteração no valor dos pesos resulta na alteração da classificação das unidades finais mapeadas.

Este tipo de síntese resulta em unidades espaciais que apresentam hierarquia, as quais podem traduzir a ideia de quantidade relativa ou ordem (sugerindo uso da variável visual cor: valor) ou, de situações antagônicas (sugerindo o emprego da variação *hot to cold*).

Enquadram-se nesta classe as metodologias propostas por Ross (1994) e Crepani *et al.* (1996).

11.2 Síntese Quantitativa

A Síntese Quantitativa (SQ) combina dados que expressam em sua maioria a ideia de quantidade ou ordem e podem utilizar superfícies contínuas ou discretas. A síntese quantitativa pode ser obtida por processos de operações algébricas simples (soma, subtração, multiplicação ou divisão), tratamentos estatísticos (média simples ou ponderada) ou, da aplicação de funções complexas como a lógica fuzzy, a técnica AHP (*Analytic Hierarchy Process*) e a álgebra de mapas.

Na síntese quantitativa os atributos (no caso de superfícies discretas) ou os níveis digitais (no caso de superfícies contínuas) são campos numéricos e, expressam a intensidade ou ordem do fenômeno. População, renda e idade, são exemplos de atributos utilizados na síntese quantitativa (SQ) e que, em geral são relativos

à geometria do tipo polígono (superfície discreta – vetor). Precipitação, temperatura e altimetria são exemplos de fenômenos utilizados na SQ e que, em geral são representados por meio de superfícies contínuas (Modelos Digitais Numéricos).

Como os procedimentos empregados na SQ são diversos, a mesma não será exemplificada neste livro. Mais exemplos sobre o assunto podem ser observados no Atlas de Vulnerabilidade do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA), na avaliação do potencial geoturístico da Serra do Rola Moça – MG e, na proposta de análise multicritério desenvolvida por Sampaio (2012) (IPEA, 2015; REIS, 2018; SAMPAIO, 2012).

Este tipo de síntese resulta em unidades espaciais que expressam a ideia de quantidade relativa ou ordem (sugerindo uso da variável visual cor: valor) e, por vezes, de situações antagônicas (sugerindo o emprego da variação *hot to cold*).

Vale enfatizar as [observações](#) apresentadas anteriormente, quanto ao uso da variável visual valor em sua variação quente-frio.

12 Referências bibliográficas

ABNT. *NBR 14724 - Informação e documentação — Trabalhos acadêmicos — Apresentação*. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ARCHELA, R. S.; THÉRY, H. Orientação metodológica para construção e leitura de mapas temáticos. *Confins*, n. 3, 2008. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/confins/3483>>.

AZEVEDO, A. G. DE; CAMPOS, H. B. DE. *Estatística Básica*. São Paulo: Editora Ao livro técnico, 1981.

BERTIN, J. *Sémiologie graphique: les diagrammes, les réseaux, les cartes*. Paris: Mouton/Gauthier-Villars, 1967.

BERTIN, J. Ver ou ler. *Seleção de Textos*, v. 18, p. 45–62, 1988.

BONIN, S. *Initiation à la graphique: transcription visuelle des données statistiques et cartographiques*. [S.l.]: Epi, 1983a. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=a7A3XwAACAAJ>>. (Passé et présent).

BONIN, S. *Initiation à la graphique: transcription visuelle des données statistiques et cartographiques*. [S.l.]: Epi, 1983b. (Passé et présent).

BORD, J. P.; BLIN, É. *Initiation géo-graphique: Ou comment visualiser son information*. 2. ed. [S.l.]: Armand Colin, 2016. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=ZvYDDQAAQBAJ>>.

BREWER, C. A.; HATCHARD, G. W.; HARROWER, M. A. ColorBrewer in Print: A Catalog of Color Schemes for Maps. *Cartography and Geographic Information Science*, v. 30, n. 1, p. 5–32, 2003. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1559/152304003100010929>>

BÜRDEK, B. E. *DESIGN - História, Teoria e Prática do Design de Produtos*. [S.l.]: Editora Blucher, 2010. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=IjBdDwAAQBAJ>>.

CÂMARA, G. et al. Introdução à ciência da geoinformação. *Introdução à Ciência da Geoinformação*, p. 345, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/%5Cnwww.dpi.inpe.br/gilberto/livro>>.

CASTI, E.; TAYLOR, F. *Reflexive Cartography - A New Perspective in Mapping*. [S.l: s.n.], 2015. v. 6.

CREPANI, E. *et al. Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico*. São José dos Campos: INPE, 1996.

CUBAS, M. G. *Análise da variável visual cor em mapas digitais: um estudo baseado em testes com alunos do oitavo ano do ensino fundamental*. 2015. 74 f. UFPR, 2015.

CUBAS, M. G.; SAMPAIO, T. V. M. *Percepção da variável cor em mapas digitais em dispositivos eletrônicos: o caso do ensino fundamental em Curitiba - PR*. 2000, [S.l: s.n.], 2000.

DENT, B. D.; TORGUSON, J. S.; HODLER, T. W. *Cartography: thematic map design*. 6. ed. New York: Thomas Timp, 2009.

DIBIASE, D. *et al.* Chapter 15 - Multivariate Display of Geographic Data: Applications in Earth System Science. *Visualization in Modern Cartography*, v. 2, p. 287-312, 1994. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080424156500223>>.

DUARTE, P. A. *Fundamentos de cartografia*. Florianópolis: Editora da UFCS, 2002. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=A-VYAAAACAAJ>>. (Série didática).

FRENZEL, K. *International Yearbook of Cartography: 1967*. [S.l.]: George Philip, 1967. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=TixkQwAACAAJ>>.

GANDOLFI, N.; ZUQUETTE, L. V. *Cartografia geotécnica*. [S.l.]: Oficina de Textos, 2004. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=VMuIBAAAQBAJ>>.

GUIMARÃES, L. *A cor como informação*. 3. ed. São Paulo: Annablume, 2001. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=kcQqB9FmL6wC>>.

IBGE. *Normas de apresentação Tabular*. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

IBGE, I. B. DE G. E E. *Noções básicas de cartografia*. 8. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=ul-kAAAACAAJ>>. (IBGE. Manuais Técnicos em geociências).

IPEA. *Atlas da Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros*. [S.l.: s.n.], 2015.

KAZMIER, L. J. *Estatística Aplicada à Administração e Economia*. 4. ed. [S.l.]: Bookman, 2006. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=4ag6DQAAQBAJ>>.

LE SANN, J. G. Documento gráfico: considerações gerais. *Revista Geografia e Ensino*, v. 3, p. 03-17, 1983.

LE SANN, J. G. Os gráficos básicos no ensino de Geografia: Tipos, construção, análise, interpretação e crítica. *Revista Geografia & Ensino*, v. 11/12, p. 42-47, 1991.

LINS, S. *Transferindo Conhecimento Tácito: Uma abordagem construtivista*. Rio de Janeiro: E-PAPERS, 2003. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=oeJ-seq6RJQC>>.

MACEACHREN, A. M.; TAYLOR, D. R. F. *Visualization in Modern Cartography*. 1. ed. [S.l.]: Elsevier Science, 1994. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=3cP-BAAAQBAJ>>. (Modern Cartography Series).

MACHADO, F. N. R. *Big Data O Futuro dos Dados e Aplicações*. [S.l.: s.n.], 2018. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=2LdiDwAAQBAJ>>.

MARTINELLI, M. *Curso de Cartografia Temática*. São Paulo: [s.n.], 1991.

MEDEIROS, M. *Uma introdução às representações gráficas da desigualdade de renda*. São Paulo: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2006. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=LD-yAAAAIAAJ>>. (Texto para discussão).

MENEZES, P. M. L. DE; FERNANDES, M. DO C. *Roteiro de cartografia*: São Paulo: Oficina de Textos, 2016. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=SNojDAAAQBAJ>>.

OLIVEIRA, C. DE. *Dicionário Cartográfico*. Rio de Janeiro: [s.n.], 1987.

PARREIRA, M. L. *COMPARATIVO ENTRE AS VARIÁVEIS VISUAIS VALOR E TAMANHO: UM ESTUDO A PARTIR DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DO MUNICÍPIO DE CURITIBA E REGIÃO*. 2013. Universidade Federal do Paraná, 2013.

REIS, D. L. R. *Modelagem do potencial geoturístico do Parque Estadual Serra do Rola Moça - MG*. 2018. 100 f. Universidade Federal de Minas Gerais, 2018.

ROBINSON, A. H. *et al. Elements of Cartography. Soil Science*. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <http://journals.lww.com/soilsci/Abstract/1960/08000/Elements_of_Cartography__Second_Edition.22.aspx>. , 1995

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 8, 1994.

SAMPAIO, T. V. M. Diretrizes e procedimentos metodológicos para a cartografia de síntese com atributos quantitativos via álgebra de mapas e análise multicritério. *Boletim de Geografia*, v. 30, n. 1, p. 121–131, 21 jun. 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/9701>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

SAMPAIO, T. V. M.; BRANDALIZE, M. C. B. *Cartografia geral, digital e temática*. 1. ed. Curitiba - PR: [s.n.], 2018. (Geotecnologias: teoria e prática).

SANTAELLA, L. *Matrizes da linguagem e pensamento: sonora, visual, verbal: aplicações na hipermídia*. [S.l.]: Editora Iluminuras Ltda, 2001. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=f-3QmOPYpqIC>>.

SEWARD, L. E.; DOANE, D. P. *Estatística Aplicada à Administração e Economia*. 4. ed. [S.l.]: AMGH Editora, 2014. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=H7pTBAAAQBAJ>>.

SLOCUM, T. A. *et al. Thematic Cartography and Geovisualization*. [S.l.: s.n.], 2008. Disponível em: <<http://www.amazon.com/Thematic-Cartography-Geovisualization-3rd-Edition/dp/0132298341>>.

SLOCUM, T. A. *Thematic cartography and visualization*. [S.l.: s.n.], 1999. Disponível em: <<http://www.gbv.de/dms/goettingen/251349977.pdf>>.

SLUTER, C. R. Uma abordagem sistêmica para o desenvolvimento de projeto cartográfico como parte do processo de comunicação cartográfica. *Portal de Cartografia das Geociências*, 2008.

STURGES, H. The choice of a class interval. *Journal of the American Statistical Association*, v. 21, n. 153, p. 65–66, 1926. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2965501>>.

TYNER, J. A. *Principles of Map Design*. 1. ed. [S.l.]: Guilford Publications, 2017. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=385ti0DxibcC>>.

WRIGHT, J. K. A Method of Mapping Densities of Population with Cape Cod as an Example. *Geographical Review*, v. 26, p. 103–110, 1936.

XAVIER, T. DE M. B. S. X. *A técnica dos quantis e suas aplicações em meteorologia, climatologia e hidrologia, com ênfase para as regiões brasileiras*. São Paulo: Thesaurus, 2002. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=93NcAAAACAAJ>>.

13 Índice e link de figuras

figura 1 Processo de comunicação (simplificado).	14
figura 2 Exemplo de tradução gráfica regida por normas específicas: uso de cores	16
figura 3 Exemplo de tradução gráfica regida por normas específicas: uso de forma	16
figura 4 Etapas do processo de produção do material gráfico.	18
figura 5 Exemplo de figura com significado monossêmico.	23
figura 6 Etapas para a construção do material cartográfico - segundo Tyner (2017) – tradução: autor	25
figura 7 Coleção de mapas: População total, urbana e rural no Paraná	31
figura 8 Sobreposição de mapas: População total, urbana e rural no Paraná	31
figura 9 Modelo digital de elevação: superfície contínua.	36
figura 10 Superfície discreta matricial (Sdm) - Recorte e adaptação de uma carta imagem de uso da terra.	39
figura 11 Bairros de Curitiba - Superfície discreta vetorial (Sdv).	41
figura 12 Superfície discreta (esquerda) e discretizada (direita).	42
figura 13 Aeroporto Afonso Pena nas cartas do DSG escalas 1:250.000 e 1:25.000 - (Fonte: recorte das cartas topográficas do DSG – Diretoria de Serviço Geográfico do Exército).	43
figura 14 PIP por município - Paraná (Dot density).	45
figura 15 População: Forma de ocorrência – pontual, Forma de armazenagem – Polígono - Modo de implantação – pontual - variável visual Tamanho.	46
figura 16 Possibilidade de transição entre as geometrias dos objetos geoespaciais em ambiente SIG - Fonte: Adaptado de Sampaio e Brandalize (2018).	48
figura 17 Exemplo de seletividade. Seletividade dissociativa (esquerda) e associativa (direita).	51
figura 18 Exemplo de seletividade dissociativa (esquerda) e, associativa (direita).	52
figura 19 Possibilidade de tratamento de dados com Seletividade (função: categorizado ou simples) – QGIS®.	53
figura 20 Possibilidade de tratamento de dados com Seletividade (<i>Categories</i>) – ArcGIS®.	54
figura 21 Possibilidade de tratamento de dados Quantitativos e ordenados (Quantities e Charts) – ArcGIS®.	59
figura 22 Possibilidade de tratamento de dados Quantitativos e ordenados (Graduado e Diagramas) – QGIS®.	59
figura 23 Síntese do Significado Cognitivo (Nível de Organização/Medida).	60

figura 24 Significado cognitivo a ser traduzido (Qualidade – Seletividade) e tipologias dos dados. Exemplos teóricos de campos de atributos - Fonte: Sampaio e Brandalize (2018).	60
figura 25 Significado cognitivo a ser traduzido (Quantidade e Ordem) e tipologias dos dados. Exemplos teóricos de campos de atributos - Fonte: Sampaio e Brandalize (2018).	61
figura 26 Propriedades do plano: a presença de linhas com diferentes espessuras indica a existência de diferentes níveis de compartimentação.	63
figura 27 A esquerda, o uso equivocado das variáveis visuais (cor: matiz) para traduzir a ideia de quantidade e, a direita, uso correto (tamanho) - Fonte: Adaptado de Bertin (1967).	65
figura 28 Variável (campo de atributo: População total – Quantidade – a esquerda) e, variável visual Tamanho (direita).	66
figura 29 Variável visual Tamanho: ajuste da rampa de valores. ARCGIS®.	69
figura 30 Variável visual Tamanho: ajuste da rampa de valores. QGIS®.	69
figura 31 Variável visual tamanho - uso de símbolos proporcionais: relação linear. ARCGIS®. Possibilidade de escolha da unidade de medida.	71
figura 32 Variável visual tamanho - uso de símbolos proporcionais: relação linear. QGIS®. Possibilidade de escolha da relação de proporcionalidade.	71
figura 33 Variável visual tamanho: relação não definida. ArcGIS®.	72
figura 34 Variável visual tamanho – uso de pictograma.	73
figura 35 Variável visual tamanho – linear - ArcGIS®.	74
Figura 36: Anamorfose: variável visual tamanho – modo de implantação zonal.	75
figura 37 Ideia de Seletividade Dissociativa $S \neq$ e variável visual cor: matiz - Adaptado de Sampaio e Brandalize (2018).	77
figura 38 Exemplo de aplicação - atributo Mesorregião (ideia de seletividade dissociativa) – cor: matiz – modo de implantação zonal (geometria: polígono).	77
figura 39 Somente cor: matiz (esquerda) e, associações com a variável visual forma geométrica (centro) e forma pictórica (direita).	78
Figura 40: Rosa cromática.	79
figura 41 Caixa para manipulação da cor – QGIS® e triângulo para seleção de cores.	80
figura 42 Variável visual cor: matiz (linear e pontual).	80
figura 43 Variável visual cor: valor (zonal).	83
figura 44 Efeito visual da variação nos valores de matiz H (hue) nos modelos de cor HSV ou HSL (adaptado de SAMPAIO e BRANDALIZE, 2018).	84
figura 45 Variável valor – modo de implantação linear - ArcGIS®.	85
figura 46 Campo de atributos com ideia de Seletividade Associativa $S \equiv$ e variável visual cor: saturação - Adaptado de Sampaio e Brandalize (2018)	87

figura 47 Cor: saturação – modo de implantação zonal (geometria: polígono) dados Quantitativos/Ordenados – Q ou O.	88
figura 48 Aplicativo para seleção de cores e elaboração de paletas <i>hot to cold</i> - Cintia Brewer.	89
figura 49 Recorte de uma Carta Imagem com uso da variável visual cor: valor – variação <i>hot to cold</i>	90
figura 50 Modelo hipsométrico (SRTM – <i>Shuttle Radar Topography Mission</i>)	90
figura 51 Variável cor: valor – variação quente-frio do azul ao vermelho - (interface do QGIS®)	91
figura 52 Variável cor: valor – variação quente-frio do verde ao vermelho (interface do QGIS®)	92
figura 53 Variável visual cor: nuances e processos de obtenção.	93
figura 54 Exemplo da variável visual granulação. Ordem temporal.	94
figura 55 Efeito vibratório da variável granulação.	95
figura 56 Variável visual espaçamento com grid regular (acima) e irregular (abaixo).	95
figura 57 Variável visual orientação – forma de implantação zonal.	96
figura 58 Posições perceptíveis da variável visual orientação.	97
figura 59 Arranjo: ideia de Seletividade dissociativa – efeito visual similar ao da Forma.	97
figura 60 Variável visual Forma – modo de implantação pontual - Fonte: Sampaio e Brandalize (2018).	98
figura 61 Variável visual forma – modo de implantação linear.	98
figura 62 Variável visual forma – modo de implantação zonal (polígono).	99
figura 63 Variáveis visuais forma, cor: matiz e orientação utilizadas para indicar seletividade dissociativa e, a propriedade do plano.	100
figura 64 Variável visual orientação, em sobreposição a variável cor - Fonte: Sampaio e Brandalize (2018).	101
figura 65 Altura perspectiva – associação variável visual cor: valor.	102
figura 66 Variáveis Visuais para dados qualitativos e modos de implantação - Fonte: Slocum (1999).	103
figura 67 Variáveis Visuais para dados quantitativos e modos de implantação - Fonte: Slocum (1999)	104
figura 68 Seletividade: Variáveis Visuais e formas preferenciais de implantação	106
figura 69 Quantidade e Ordem: Variáveis Visuais e formas preferenciais de implantação	106
figura 70 Caminho para definição da Variável Visual	107
figura 71 Exemplo de tabela de atributos com diferentes tipos de dados.	108
figura 72 Diferentes tipos de dados, significados, variáveis visuais e possibilidades de representação, para uma única tabela de atributos.	110
	243

figura 73 Relação entre componentes da informação, variáveis visuais e mapas. Fonte: Sampaio e Brandalize (2018)	112
figura 74 Principais tipos de mapas e subdivisões Dent et al. (2009) – tradução do autor	114
figura 75 Mapa Coroplético – superfície discreta – variável visual: cor: valor.	115
figura 76 Mapa dasimétrico – superfície discreta - variável visual: cor: valor.	116
figura 77 Mapa isarítmico – hipsometria do Paraná – variável visual: cor: valor - variação <i>hot to cold</i> .	117
figura 78 Mapa de calor - associação isoplético.	118
Figura 79: Mapa de calor – superfície contínua – variável visual cor: valor – variação <i>hot to cold</i> - Densidade de casos de dengue – Sri Lanka.	118
Figura 80: Mapa Isoplético: isolinhas de acidentes – sobreposto a imagem de satélite.	119
figura 81 Mapas de símbolos proporcionais (normal) e superposição de temas (direita).	120
figura 82 Anamorfose: variável visual tamanho – modo de implantação zonal.	121
figura 83 Mapa dinâmico com uso da variável visual cor: matiz.	122
figura 84 Mapa dinâmico associado a coroplético – variável visual cor: valor.	122
figura 85 Mapa de densidade de pontos – população do Paraná.	123
figura 86 Mapa corocromático. Mesoregiões do IBGE no Paraná.	124
figura 87 Associação coroplético com símbolos proporcionais.	124
figura 88 Relações entre o uso do mapa e o grau de interação – Fonte: MacEachren; Taylor (1994).	126
figura 89 Exemplo de mapa com excesso de dados - Fonte: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (UFSC/CEPED, 2013).	128
figura 90 Exemplo de processo de percepção do todo para as partes.	130
figura 91 Leis da percepção e funções complementares.	131
figura 92 Cartograma elaborado pelo WebCart (IBGE)	136
figura 93 Mapa de localização (conforme denominação utilizada pelo autor)	137
figura 94 Área horizontalizada – legenda na parte inferior.	139
figura 95 Área verticalizada – legenda na lateral.	140
figura 96 Disposição de aproveitamento dos espaços nos mapas da Califórnia, Tennessee e Flórida. Fonte: Dent et al. (2009).	141
figura 97 Dimensão e disposição dos elementos no mapa obedecendo a relevância e ordem de leitura do usuário, adaptado de Peterson (2014).	144
figura 98 Exemplo de dimensionamento dos elementos e textos de acordo com a relevância - Fonte: Sampaio e Brandalize (2018).	145
figura 99 Tipos de legendas: contínua, discretizada (caixas geminadas) e discreta (caixas separadas).	146

figura 100 Janelas de controle das camadas - espaço para organização da ordem das camadas de dados – ArcGIS® e (esquerda – <i>Table of Contents - Layers</i>) e, QGIS® (direita – Camadas).	148
figura 101 Controle da ordem de sobreposição dos temas em camada única de dados - QGIS®.	148
figura 102 Controle da ordem de sobreposição dos temas em uma camada de dados - ArcGIS®.	149
figura 103 Criação e edição de simbologia - QGIS®.	150
figura 104 Exportação de simbologia em formato sld - QGIS®.	151
figura 105 Exemplo de encarte para localização	152
figura 106 Encarte para desconcentração dos dados	153
figura 107 Rótulos complementares à legenda (rótulo de dados e localização)	156
figura 108 Rótulos de localização – substituindo a legenda	157
figura 109 Exemplos de combinação de variáveis visuais com rótulos	157
figura 110 Funções de ajuste do nível de transparência das camadas de dados: Interface do QGIS®	159
figura 111 Funções de ajuste do nível de transparência das camadas de dados: Interface do ARCGIS®	159
figura 112 Layout - Modelo com múltiplos encartes	160
figura 113 Layout - Modelo sem moldura interna	161
figura 114 Layout – Mapa mural - com gráficos	162
Figura 115: Diagrama setorial (gráfico de pizza ou torta) projetado sobre um fundo de mapa	165
figura 116 Associação mapa coropléticos com diagramas (gráficos)	166
figura 117 Representação gráfica redundante	167
figura 118 Diagrama ombrotérmico	169
figura 119 Diferença entre quadro (esquerda) e tabela (direita)	172
figura 120 Exemplo da tabela de tripla entrada	172
figura 121 Tabela de tripla entrada com diferentes significados a serem traduzidos	173
figura 122 Possibilidades de disposição dos dados em tabelas e o formato recomendado	174
figura 123 Possíveis significados observados na primeira entrada	174
figura 124 Exemplo de tabela sem (acima) e com mescla (abaixo) para permitir a organização e evitar a repetição dos dados nas colunas	177
figura 125 Análise e representação por linha. Exemplo de dados organizados em tabela: População na Região Metropolitana de São Paulo (1970 a 2007) – Dados do IBGE	178
figura 126 Análise e representação por linha – Gráfico de linhas	179

figura 127 Análise por coluna – Fonte dos dados: IBGE	179
figura 128 Análise e representação por colunas – Gráfico de colunas	180
figura 129 Análise conjunta – Dados do IBGE	181
figura 130 Análise e representação conjunta – Gráfico de linhas (sobreposição de gráficos)	181
figura 131 Gráficos de colunas e barras	184
figura 132 Gráfico de colunas associado ao uso da cor: matiz para distinção dos temas	185
figura 133 Gráfico de colunas associado ao uso da cor: matiz análoga aos temas	185
figura 134 Gráfico de colunas associado a cor: saturação	186
figura 135 Gráfico de colunas associado a cor: valor	186
figura 136 Gráfico sem a separação das colunas – ordem de tempo – as bordas das colunas reforçam a ideia de descontinuidade do fenômeno	187
figura 137 Gráfico polar gerado a partir do gráfico de colunas	188
figura 138 Gráfico ou diagrama de roseta: variação do gráfico de colunas	188
figura 139 Gráfico de linha – Dados com continuidade temporal	189
figura 140 Gráfico polar com linha - variação do gráfico de linha	189
figura 141 Gráfico Setorial (circular), Coluna 100% e “Rosca”	190
figura 142 Gráfico Setorial associado ao gráfico de colunas (coluna 100%)	191
figura 143 Histograma: dados utilizados e tabela de origem (direita superior)	192
figura 144 Gráfico Boxplot	193
figura 145 Exemplo de uso do Boxplot	194
figura 146 Tabela e gráfico de dispersão XY – relação peso x altura – apresenta a equação da reta e coeficiente de determinação R ²	195
figura 147 Exemplo de aplicação do gráfico de dispersão XY	196
figura 148 Gráficos descritivos e tipo de dados observados nas entradas da tabela e variações	196
figura 149 Gráficos estatísticos e tipo de dados observados nas entradas da tabela	197
figura 150 Proporção recomendada	199
figura 151 Desproporcionalidade física entre os eixos X e Y, promovendo “achatamento” do fenômeno	199
figura 152 Amplitude de variação do fenômeno (aprox. 70000), amplitude do eixo Y: 90000 a esquerda e 200000 a direita	200
figura 153 Eixo X com amplitude maior que a variação dos dados	200
figura 154 Gráfico setorial em perspectiva	201
figura 155 Combinação gráfico de colunas com linhas	202
figura 156 Gráfico de linhas com uso de figuras (pictóricas)	202

figura 157 Gráfico em 3D para subsidiar a pesquisa – visualização científica	203
figura 158 Redundância visual resultante do uso de dados brutos	205
figura 159 Diferentes possibilidades de apresentação de dados: dados brutos e normalizados	207
figura 160 Propriedades da camada (ArcGIS®). 1. Variável a ser representada, 2. Variável normalizado	208
figura 161 Exemplo de normalização utilizando a calculadora de campos do QGIS®	209
figura 162 Exemplo de normalização com dados de mesma natureza, resultando em porcentagens	209
figura 163 Exemplo de normalização com dados de mesma natureza, sem resultar em porcentagens	210
figura 164 Exemplo de normalização com dados de diferentes naturezas, não resultando em porcentagens	210
figura 165 Exemplo de dados utilizados em mapas de síntese ou análise multicritério que apresentam diferentes faixas de variação e parâmetros de mensuração	213
figura 166 Padronização: variáveis 1, 2 e 3 com valores brutos (esquerda) e com valores padronizados (direita)	214
figura 167 Resultados da padronização de duas variáveis com igual amplitude	216
figura 168 Resultados da padronização de duas variáveis com igual amplitude	217
figura 169 Exemplo de padronização por reclassificação	218
figura 170 Exemplo de parâmetros possíveis para uso no processo de padronização por reclassificação	219
figura 171 Processo de ponderação a partir da identificação da variável menos importante	220
figura 172 Formação de número de classes em função do grau de similaridade dos valores observados	222
figura 173 Dificuldade na definição do número de classes	223
figura 174 Definição do Intervalo de classes (Ic)	226
figura 175 Densidade demográfica (PR – 2010): discretização por classes equidistantes	227
figura 176 Densidade demográfica (PR - 2010): discretização por Quantil a esquerda e por Jenks a direita	228
figura 177 Exemplo de discretização utilizando QGIS®. Tanto o Nc quanto o Ic foram definidos a partir da análise visual do histograma	229
figura 178 Exemplo de SQS - (vetorial-polígonos ou matricial)	232
Figura 179: Exemplo de Síntese Qualitativa Ponderada	233

Vade mecum

Apesar de estar na ponta das técnicas modernas de sistemas de informação geográfica, o livro de Tony Vinicius Moreira Sampaio pode ser qualificado por uma palavra latina, enraizada numa longa e gloriosa tradição, ele é um legítimo *vade-mecum* (literalmente, “vem comigo”), um guia, um manual que o leitor deve guardar consigo para consultá-lo com frequência. De fato é um livro que deve ser guardado sempre ao alcance da mão por quem quer produzir mapas temáticos, por ser extremamente claro, preciso e didático.

Tony Sampaio lembra oportunamente que “um mapa temático é uma forma de comunicação que emprega elementos gráficos para transmitir a mensagem, por isso deve respeitar o sistema de comunicação visual para atingir seus objetivos”. Como todas as formas de comunicação, ele tem forças, que podem ser usadas para obter o maior impacto possível e apresenta limitações, que devem ser contornadas. Portanto, ele aborda primeiro o processo de comunicação visual e as etapas de produção do material gráfico em geral, que ele detalha passo a passo: conhecer o perfil do leitor/usuário final, definir do objetivo do material gráfico, analisar a informação a ser transmitida, definir o veículo de comunicação.

A segunda parte, a mais extensa, trata especificamente da produção de mapas, dos mais variados tipos (coropléticos, dasimétrico, isarítmicos, de calor, isopléticos, de símbolos proporcionais, de anamorfose, de fluxo, de densidade de pontos, corocromáticos), usando todos os recursos das variáveis visuais (tamanho, valor, saturação, variações, granulação, espaçamento, orientação, arranjo, forma).

Tony Sampaio também oferece conselhos precisos sobre os elementos que o mapa deve ter para ser completo na sua diagramação final (título, legenda, disposição, orientação, referência espacial, escala, encartes, fonte, rótulos). Ele dá a mesma atenção à produção de gráficos, de barras ou colunas, de linhas, setoriais, histogramas, encerrando com uma parte mais técnica sobre o tratamento de dados (normalização, padronização, ponderação, discretização) e a síntese, *qualitativa ou quantitativa*.

Bem apoiado por ilustrações convincentes, geralmente produzidas nos softwares ArcGIS® e QGIS®, o livro é gratuito e pode ser impresso e distribuído gratuitamente, desde que citadas as fontes. Firmemente inscrito na linha de pensamento da semiologia gráfica ele utiliza e cita (com indicações da sua acessibilidade) uma série de autores clássicos e atuais, desde Bertin (1967), Le Sann (1983), Martinelli (1991), Slocum (1999) até Sluter (2008), aos quais me permito acrescentar uma referência, Roger Brunet, *La carte, mode d'emploi* (Fayard, Paris, 1987).

Finalmente gostaria de mencionar um artigo da nossa revista *Confins* citado por Tony Sampaio (Archela, R. S. e Théry, H., 2008), não pelo prazer de me citar (Rosely Archela fez o grosso do trabalho, eu forneci mapas) mas porque ele foi concebido no mesmo espírito que o livro de Tony Sampaio, ser útil a quem quer realizar bons mapas: como este artigo já teve 360 890 visitas desde a sua publicação até março de 2019, podemos antecipar um grande sucesso para o livro de Tony Sampaio.

Hervé Théry

*Directeur de recherche émérite au CNRS-Creda
Professor na Universidade de São Paulo (USP-PPGH)
Co-diretor da revista franco-brasileira Confins*

