

PROJETO E PRODUÇÃO DE MAPA TOPOGRÁFICO INTERATIVO ENTRE AS ESCALAS 1:10.000 E 1:25.000

C. H. C. Mendonça^{1,2}, E. A. Pugliesi^{1,3}, F. R. Amorim^{1,2}

¹ Universidade Estadual Paulista - UNESP, Brasil

² Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas, Presidente Prudente - SP, Brasil

³ Departamento de Cartografia, Presidente Prudente – SP, Brasil

Comissão III – Cartografia

RESUMO

Os mapas topográficos representam os elementos do meio físico e também do meio humano. De acordo com o requisitante do produto, as representações deveriam seguir as convenções cartográficas, as quais estão fortemente associadas a produtos impressos. No Brasil, essas convenções, as quais foram definidas pela Diretoria do Serviço Geográfico do Exército, são obrigatórias para produtos oficiais, especificados nas convenções cartográficas, conforme manual T 34-700. No entanto, o crescente uso de mapas interativos em múltiplas escalas requer verificar se as convenções definidas para impressos podem ser empregados para telas de computadores. O presente trabalho trata do projeto e produção de um mapa topográfico interativo com escalas variando entre 1:10.000 e 1:25.000, levando-se em consideração as convenções cartográficas disponíveis. Esse processo foi feito por meio do emprego de generalização cartográfica, a qual consistiu de modificações na geometria e na simbologia. Por conta da ausência de especificações para representar mapas topográficos em escalas maiores que 1:25.000, ajustes foram aplicados nos símbolos.

Palavras chave: Convenções Cartográficas, Generalização Cartográfica, Mapas Interativos

ABSTRACT

Topographic maps represent elements of the physical environment as well human environment. According to the user's need, representations should follow conventions, which are strongly associated with printed maps. In Brazil, these conventions, which were defined by the Army Geographic Service Administration, are mandatory for official products, specified in cartographic conventions, according to the manual T 34-700. However, with the increasing use of interactive maps at multiple scales requires to verify whether those conventions defined for printed can be employed for computer screens. The present work deals with the design and production of an interactive topographic map with scales varying between the 1:10,000 and 1:25,000, taking into account the cartographic conventions available. This process was done through the use of cartographic generalization, which consisted of modifications in the geometry and symbology. Due to the lack of specifications to represent topographic maps in scales higher than 1:25,000, adjustments were employed in the symbols.

Keywords: Cartographic Conventions, Cartographic Generalization, Interactive Maps

1 – INTRODUÇÃO

De modo geral, os mapas topográficos representam informações do meio físico e do meio humano (KEATES, 1973), com ênfase na localização dos diferentes objetos que se encontram no mundo real. Tradicionalmente, no Brasil, os mapas topográficos são projetados e construídos com base em convenções cartográficas estipuladas pelo Estado-Maior do Exército (1998), tendo como meio final de representação mapas impressos em papel.

Entretanto, os mapas digitais têm ganhado espaço nos diferentes setores da sociedade. Dentre os inúmeros benefícios que tais mapas podem oferecer, destacam-se: facilidade de atualização da base de dados cartográfica; geração de novas representações a partir de originais; inserção de informação temática sobre a representação visual, etc.

Outro benefício proporcionado por mapas digitais é o desenvolvimento de mapas interativos, aqueles caracterizados por variações de escala por meio de controle feito pelo usuário. Tais mapas vêm sendo amplamente utilizados mundialmente, por diferentes

usuários. Quando bem projetados, tem seu uso facilitado, uma vez que trazem a informação necessária de acordo com a escala de representação que está sendo empregada no momento.

Para que a informação cartográfica seja comunicada, é necessário que a mesma seja legível. Para tanto, não é suficiente que seja detectada e discriminada, mas é necessário que seja identificada, ou seja, o usuário deve compreender o significado de cada elemento representado. Neste sentido, faz-se necessário o emprego das convenções e símbolos cartográficos, bem como de um modelo conceitual de generalização cartográfica, levando-se em consideração as dimensões mínimas recomendadas para os símbolos, conforme proposto pela *Swiss Society of Cartography* (2005), de acordo com cada escala de representação.

Portanto, o projeto de mapas topográficos requer uma série de fatores, dentre os quais a escala é o elemento predominante, pois conduzirá a seleção da geometria apropriada para as feições, bem como as características dos símbolos utilizados. Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo a realização do projeto cartográfico topográfico de mapas interativos entre as escalas 1:10.000 e 1:25.000, fazendo-se a utilização das convenções cartográficas disponíveis.

2 – SÍMBOLOS CARTOGRÁFICOS E GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA

O projeto cartográfico engloba aspectos intelectuais (conhecimento científico do cartógrafo) e visuais (elementos de comunicação visual), onde são aplicados os elementos de mapa para a realizar a representação cartográfica de forma organizada.

2.1 – Símbolos cartográficos

Em uma representação cartográfica, os símbolos cartográficos devem apresentar significados específicos, conforme explicado na legenda do mapa. Assim, uma coleção de símbolos localizados no mapa, de acordo com a distribuição geográfica e a posição planimétrica dos fenômenos os quais representam, constitui a informação a ser comunicada no mapa. Conforme Menezes (2013), é possível estabelecer que símbolos e convenções cartográficas são elementos que se dispõem para representar cartograficamente a informação geográfica dentro de uma linguagem gráfica preestabelecida. Em um mapa de objetivo geral (mapa topográfico), o objetivo é exibir uma variedade de informações geográficas sem que nenhuma classe seja mais importante que a outra, visando representar as informações tanto de forma individual, quanto de forma coletiva, privilegiando a visualização do mapa como um todo (MENEZES, 2013).

Em suma, os símbolos cartográficos consistem de pontos, linhas e áreas, e eles podem variar em

forma, dimensão e cor, englobando todas as possíveis variações de símbolos no mapa (KEATES, 1984). É importante salientar que as representações de ponto, linha e área não são absolutas, mas sim relativas à escala e às características das feições que estão sendo representadas.

Em geral, os símbolos cartográficos são convenções empregadas para a representação das feições cartográficas, sendo tal simbologia convencionalizada e codificada em manuais de instruções (MENEZES, 2013). No Brasil, tem-se o manual T 34-700 de convenções cartográficas, do Estado-Maior do Exército, utilizados no mapeamento sistemático brasileiro. Tal manual tem como finalidade apresentar as especificações dos sinais convencionais a serem adotados, tipos, tamanhos de letras e outras informações necessárias ao mapeamento.

2.2 – Generalização cartográfica

A informação geográfica passa por transformações cognitivas para que possa ser tanto representada cartograficamente quanto reconhecida com a informação correspondente no mundo real (MENEZES, 2013). As transformações cognitivas, responsáveis pela adaptação da informação mais importantes no processo cartográfico são a generalização e a simbolização, de forma a adequar a informação ao objetivo do mapeamento, de acordo com a escala (MENEZES, 2013).

O processo de generalização cartográfica tem como objetivo a transmissão da informação contida no mapa com clareza, fazendo com que o mapa seja legível. A legibilidade é primordial, pois deve permitir ao usuário entender o que nele está representado, de forma que o mesmo, consciente, ou inconscientemente passe a estabelecer relações entre o que vê com seus conhecimentos (TAURA *et. al.*, 2010).

A mudança de escala é a operação mais relevante na realização da generalização, logo para cada mapa é necessário definir o seu próprio nível de detalhamento para alcançar seus objetivos. Quanto menor a escala do mapa, maior será o grau de generalização a ser aplicado nos objetos representados. Neste sentido, os símbolos devem ser adotados sem esforço e ambiguidade (KEATES, 1989), devendo levar em consideração a acuidade visual, que está relacionada com a detecção e discriminação do tamanho mínimo e distância mínima dos objetos.

De acordo com Menezes (2013), os conceitos associados à generalização são bastantes divergentes, não existindo um consenso para definir quais são os elementos que realmente caracterizam cada processo. Em relação aos processos, é possível distinguir entre generalização gráfica e conceitual. Considerando o conhecimento da informação geográfica, distingue-se em generalização semântica e geométrica. Entender as diferentes formas de generalização é essencial em uma

representação cartográfica, afim de não causar distorções. No que concerne à generalização gráfica, segundo Tyner (1992, *apud* MENEZES, 2013), os processos empregados são caracterizados como: simplificação, ampliação, deslocamento, aglutinação e seleção. A Figura 1 apresenta de forma resumida cada processo anteriormente discriminado.

Simplificação	
Ampliação	
Deslocamento	
Aglutinação	
Seleção	

Figura 1 – Processos de generalização gráfica
Fonte: Menezes (2013)

3 PROJETO E PRODUÇÃO

Para a realização do projeto cartográfico topográfico de mapas interativos entre as escalas 1:10.000 e 1:25.000, adotou-se como área geografia de interesse a área correspondente a folha SF-22-V-D-V-3-SE-A do mapeamento sistemático brasileiro, pertencente ao município de Presidente Venceslau, Estado de São Paulo. A etapa seguinte consistiu na obtenção dos dados vetoriais através dos Instituto Geográfico Cartográfico (IGC) do Estado de São Paulo, sendo tais dados disponibilizado na escala 1:10.000, no sistema de referência SAD-69. No desenvolvimento do trabalho foi conduzido com o *software* ArcGIS, fazendo uso conjunto do ArcCatalog, que se refere ao sistema gerenciador de banco de dados no ArcGIS, e do ArcMap, que compreende a central de aplicações e ambiente para produção de mapas.

Foi criado um banco de dados no formato *Geodatabase* com o mesmo sistema de referência que se encontra os dados obtidos do IGC. A etapa seguinte consistiu na inserção dos dados vetoriais usando o ArcMap, realizando na sequência um geoprocessamento dos dados. No processamento, os dados vetoriais passaram por um processo de edição, onde os mesmos foram selecionados considerando o dicionário de dados proposto pela Norma da Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (EDGV) (BRASIL, 2016) e exportados para uma *feature class* distinta no *Geodatabase*, estabelecendo assim as classes de feições necessárias à representação.

Dentre as classes representadas, encontram-se hidrografia, vegetação, sistema viário, quadras e altimetria, entre outras. Um dos processamentos realizados que merece destaque nesta etapa foi a

conversão de feições fechadas em formato de *polinilhas* para polígonos. Finalizada esta etapa de geoprocessamento, o banco de dados geográfico foi exportado para um novo *Geodatabase*, associado ao sistema de referência SIRGAS2000 e projeção UTM, fuso 22S.

Construída a base de dados referente ao original, trabalhou-se na elaboração do projeto gráfico da área mapeada. Dentre as mais variadas especificações para realização do projeto gráfico disponíveis, optou-se em adotar as especificações do manual T34-700 de convenções cartográficas do Estado-Maior do Exército (1998). É importante ressaltar que tal manual é destinados a elaboração de mapas impressos e para escala 1:25.000 e menores.

A utilização das convenções cartográficas para elaboração do projeto gráfico de um mapa topográfico interativo com múltiplas escalas e em formato digital tornou-se um grande desafio, sendo necessário a realização de adequações no que se refere às cores e dimensões dos símbolos para a representação em uma escala maior, de forma a manter a legibilidade da representação. No Quadro 2, é apresentado é apresentado as especificações dos símbolos cartográficos adotadas para a representação na escala 1:10.000, adaptado do manual T 34-700. Adicionalmente, foi realizada a especificação para os tipos empregados no mapa, uma vez que é indispensável o uso de texto no projeto do cartográfico, sendo este utilizado para nomear feições e auxiliar na aparência visual e entendimento do mapa. As especificações dos textos são apresentadas no Quadro 1.



























Quadro 1 – Tipos empregados no mapa

Tipo	Forma/Estilo	Tamanho (pts)	Cor (RGB)	Valor
Bairros	Arial	9	255,255,255	Normal
Cota	Arial	8	191,132,86	Normal
Hidrografia	Times New Roman	11	0,112,255	Itálico

Uma vez definida as especificações cartográficas para a maior escala de representação (1:10.000), a etapa seguinte consistiu na realização da redução de escala para 1:12.500, 1:15.000, 1:20.000 e 1:25.000, conforme disponibilizado no padrão do ArcGIS ArcMap durante a alteração de escala (via terceiro botão do *mouse* ou da ampliação ou redução fixa). Em cada intervalo de redução de escala foi realizada uma inspeção na representação a fim de identificar situações de congestionamento, conflito, imperceptibilidade e inconsistência para cada classe de feições, de modo a garantir a legibilidade do mapa.

Quando ocorrido a detecção de problemas, foi necessário a definição de operadores de generalização, permitindo uma representação adequada dos dados. Os processos de generalização aplicados seguiram as recomendações apresentadas em *Swiss Society of*

Quadro 2 – Especificações dos símbolos cartográficos

Categoria	Classe	Símbolo	Dimensão Espacial	Símbolo (mm)	Cor (RGB)
Hipsografia	Mestra		Linha	0,3528	(191, 132, 86)
	Intermediária		Linha	0,2822	(237, 163, 107)
	Ponto cotado		Ponto	3,5280	(191, 132, 86)
Sistema Viário/ Ferroviário	Rodovia		Área	-	Fundo (255, 136, 77) Contorno (104, 104, 104)
	Estrada		Área	-	Fundo (255, 185, 153) Contorno (178, 178, 178)
	Via pavimentada (Principais)		Linha	0,5292	(255, 200, 117)
	Via pavimentada		Área	-	Fundo (255, 255, 255) Contorno (156, 156, 156)
	Trilha/Picada		Linha	0,3528	(137, 112, 68)
	Ferrovia		Linha	1,7640	(0, 0, 0)
Hidrografia	Trecho de massa d'água		Área	-	Fundo (0, 197, 255) Contorno (0, 112, 255)
	Trecho de drenagem permanente		Linha	0,3528	(0, 112, 255)
	Trecho de drenagem temporário		Linha	0,3528	(0, 112, 255)
	Massa d'água		Área	-	(115, 223, 255)
	Brejo/Pântano		Área	Símbolo (0,3528)	Fundo (255, 255, 255) Símbolo (0, 92, 230)
Vegetação	Café		Área	- Símbolo (0,7056)	Fundo (255, 255, 255) Símbolo/Contorno (85, 255, 0)
	Cana		Área	- Símbolo (1,0584)	Fundo (255, 255, 255) Símbolo/Contorno (170, 255, 0)
	Cerrado		Área	-	Fundo (255, 255, 255) Símbolo/Contorno (109, 187, 37)
	Cultura anual		Área	- Símbolo (1,7640)	Fundo (255, 255, 255) Símbolo/Contorno (56, 168, 0)
	Eucalipto		Área	- Símbolo (5,6448)	Fundo (255, 255, 255) Símbolo/Contorno (56, 168, 0)
	Fruticultura		Área	- Símbolo (0,7056)	Fundo (255, 255, 255) Símbolo/Contorno (112, 168, 0)
	Mata		Área	-	(143, 179, 125)
Edificações	Quadra		Área	-	Fundo (242, 217, 255) Contorno (156, 156, 156)
	Área construída		Área	-	Fundo (130, 130, 130) Contorno (110, 110, 110)
	Jardim/Praça		Área	-	Fundo (188, 247, 205) Contorno (156, 156, 156)
	Quadra esportiva		Área	-	Fundo (255, 255, 255) Contorno (0, 0, 0)
	Linha de transmissão		Linha	0,1411	(0,0,0)

Cartography (1977) no que se refere a tamanho e espaçamento mínimo dos símbolos, visando manter a boa legibilidade do mapa. Cabe ressaltar que as demais escalas foram obtidas a partir do banco de dados na escala 1:10.000, sendo criado um grupo de camadas (*group layer*), no banco de dados, para cada escala.

A primeira redução foi para alcançar a escala 1:12.500, não sendo identificado qualquer problema de representação, de modo a manter o banco de dados de forma intacta. Para a representação na escala 1:15.000, ao fazer a avaliação do resultado, verificou-se a necessidade da aplicação de generalização na representação nas quadras, sendo aplicado o processo de ampliação no espaço entre as mesmas (as vias), de

modo a permitir a distinção dos diferentes polígonos. Em se tratando da redução para escala 1:20.000, foi empregado o mesmo grupo de camadas da escala 1:15.000, porém, neste caso foi necessário fazer o processo de omissão seletiva das curvas de nível, sendo representadas as curvas de nível com equidistância de 10 metros.

4 – CONCLUSÃO

O objetivo principal deste trabalho consistiu na realização do projeto cartográfico topográfico de mapas interativos entre as escalas 1:10.000 e 1:25.000 fazendo uso das convenções cartográficas proposta pelo Estado-Maior do Exército (1998). Como pode-se constatar, o objetivo foi alcançado com os resultados apresentados por meio da aplicação dos processos de generalização cartográfica e da adequação das convenções cartográficas para o meio digital, uma vez que a mesma foi desenvolvida originalmente para representação de mapas impressos.

Sendo assim, os resultados obtidos podem ser considerando satisfatórios, permitindo a leitura legível dos símbolos contidos no mapa, sem que ocorram situações de congestionamento, conflito, imperceptibilidade e inconsistência para cada classe de feições. Porém, ao fazer uso das convenções, muitos símbolos cartográficos são inseridos, o que pode dificultar a leitura para um usuário leigo. Neste sentido, recomenda-se a realização de um teste de percepção com um grupo de entrevistados para avaliação da legibilidade e aceitação do produto gerado, uma vez que uma legenda pode-se mostrar necessária para uma boa leitura do mapa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Departamento de Ciência e Tecnologia. Norma da especificação técnica para estruturação de dados geoespaciais vetoriais de defesa da Força Terrestre: ET EDGV Defesa F Ter: 1ª parte. 2. ed. Brasília, 2016. EB80-N-72.002. Disponível em: <<https://goo.gl/XhydF>>. Acesso em: 20 dez. 2016

Estado-Maior do Exército. Manual Técnico T 34-700. Convenções Cartográficas (2º Parte). Ministério da Defesa, Exército Brasileiro. 2º Edição, 2000.

KEATES, J.S. Cartographic design and production. Harlow. Grã-Bretanha: Longman, 1973. 240p.

MENEZES, P. M. L. Roteiro de cartografia. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 288 p.

TAURA, T. A. et. all. Generalização Cartográfica das Cartas do Mapeamento Urbano nas Escalas 1:2.000, 1:5.000 e 1:10.000. Boletim de Ciências Geodésicas, sec. Artigos, Curitiba, v. 16, no 3, p.386-402, jul-set, 2010.

SWISS SOCIETY OF CARTOGRAPHY - SSC. Topographic Maps: map graphics and generalization. Zurich: Swiss Society of Cartography. Cartographic Publications Series. n. 17. 2005. 121p.

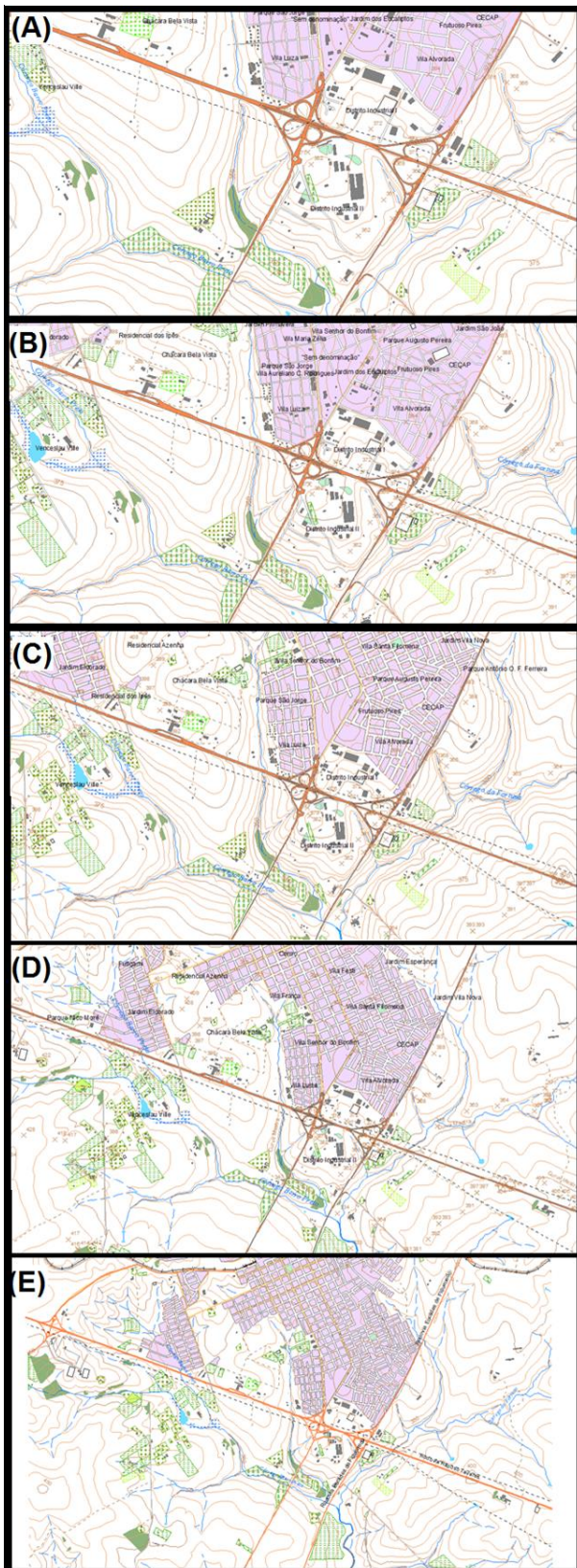


Figura 2 – Representação do mapa iterativo de múltiplas escalas. (A) 1:10.000; (B) 1:12.500; (C) 1:15.000; (D) 1:20.000 e (E) 1:25.000