

A cidade e as suas representações cartográficas

Mauro Normando Macêdo Barros Filho¹

Resumo

Mapas são modelos de representação de cidades fundamentais no desenvolvimento de estudos, projetos e planos urbanísticos. A produção de mapas requer conhecimentos técnicos e artísticos. Caso contrário, conduzirá a leituras e interpretações distorcidas sobre fenômenos e processos urbanos, assim como a propostas urbanísticas inexecutáveis. Este artigo tem como objetivo apresentar e discutir as possibilidades e os limites da Cartografia na representação de cidades. Inicialmente é feita uma breve revisão dos conceitos de mapa, considerando seus tipos e suas aplicações. Em seguida, são analisadas as características de quatro elementos cartográficos básicos aplicados na representação de cidades: coordenadas, simbologia, escala e projeção. Por fim, são tecidos alguns comentários sobre a relação entre representação e realidade.

Palavras-Chave: cidades, mapas, coordenadas, símbolos, escalas, projeções.

Abstract

Maps are models for representing cities primordial on the development of urban studies, projects, and plans. The production of maps requires technical and artistic knowledges. Otherwise it would lead to a distorted reading and interpretation of urban phenomena and processes, as well as to non-adequate urban proposes. This paper aims to present and discuss the limits and possibilities of Cartography to represent cities. Initially it is done a brief review of the concepts of maps, considering their types and applications. Then it is analyzed the characteristics of four basic cartographic elements applied in the representation of cities: coordinate, symbol, scale, and projection. In the end, it is made some comments about the relationship between representation and reality.

Keywords: cities, maps, coordinate, symbols, scales, projections.

Introdução

O que é uma cidade? Tal pergunta não é fácil de ser respondida. Quaisquer que sejam as suas respostas, sempre serão incompletas e diversas. Nunca serão imparciais, mas sempre focalizarão algum aspecto, tema ou alguma hipótese sobre a mesma. Para entender e explicar o que é uma cidade, é preciso compreender as maneiras como ela pode ser representada. O mapa é um dessas maneiras, sendo assim é um instrumento fundamental para entender e explicar as cidades.

¹ Professor da Faculdade de Ciências Humanas ESUDA e doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano (MDU) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

A arte e a técnica de elaborar mapas são tão antigas que se confundem com a própria história da humanidade. Desde tempos remotos, mapas foram produzidos a partir das necessidades fundamentais dos seres humanos em saber onde coisas estão e onde ocorrem os acontecimentos, em identificar caminhos seguidos ou a seguir, em delimitar territórios conquistados ou a invadir. As necessidades de localizar-se e de orientar-se no espaço geográfico manifestam-se em termos de defesa, segurança e deslocamento.

De acordo o IBGE (1998), o conceito de Cartografia que vem sendo adotado e aceito sem grandes contestações foi estabelecido, em 1966, pela Associação Cartográfica Internacional (1966) e retificado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). Segundo esse conceito, a Cartografia é compreendida como:

Um conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que, tendo como base os resultados de observações diretas ou a análise de documentação já existente, visa à elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão gráfica ou representação de objetos, elementos, fenômenos e ambientes físicos e socioeconômicos, bem como sua utilização (IBGE, 1998, p.10).

A cartografia é, portanto, ao mesmo tempo, uma arte e uma ciência. De um lado, exige certa sensibilidade artística na escolha de cores, símbolos e outros elementos gráficos na representação da superfície terrestre. De outro, requer o conhecimento de modelos matemáticos, de técnicas de representação.

O mapa é um produto da Cartografia. É um modelo de representação de uma área geográfica. Um meio de compreensão, registro e comunicação das formas e dos relacionamentos espaciais. Mapas podem mostrar muito mais do que pode ser visto. Como, por exemplo, a concentração populacional em uma determinada cidade, as diferenças de desenvolvimento social entre diversas áreas urbanas e a concentração de renda em certo local. Nesse sentido, o mapa pode ser compreendido como uma extensão ou uma prótese que permite ampliar a capacidade humana de compreensão do mundo real, como destaca Gosgrove (2003 apud Losh, 2006):

O mapa é um dos instrumentos que servem para aumentar a capacidade do corpo humano, ele é um objeto híbrido, nem puramente natural nem puramente cultural. Como um telescópio ou microscópio, ele nos permite ver em escalas impossíveis para olhos descobertos e sem precisar movermos fisicamente no espaço (Cosgrove, 2003 apud Losh, 2006, p.34)

Nesse contexto, um mapa é uma comunicação gráfica para expressar espacialmente os objetos e fenômenos em estudo. Um instrumento científico para representar e evidenciar relações topológicas, para a construção do conhecimento do espaço (Losh, 2006). Na representação de cidades, mapas desempenham importantes funções, tais como: (i) a orientação no espaço geográfico; (ii) a comunicação de dados; (iii) a medição de distâncias; (iv) a análise da relação entre um ou mais pontos; (v) a identificação de padrões espaciais.

Em diversos campos disciplinares, é muito frequente o emprego do termo “mapeamento”. Na Medicina, por exemplo, é muito comum falar-se de mapeamento do DNA. Muitas vezes, os termos mapa e mapeamento são entendimentos como sinônimos. No entanto, existem diferenças importantes entre ambos os conceitos.

Segundo Cosgrove (2003 apud Losh, 2006), um mapa é apenas um dos estágios do processo de mapeamento. Mapeamento, por sua vez, tem um significado bem mais amplo e só é complementado com o entendimento do conteúdo do mapa.

Alguns países fazem uma distinção entre mapas e cartas. Para o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1998), cartas se diferenciam de mapas por serem representadas em escalas maiores. Contudo, algumas cartas, como a carta internacional do mundo ao milionésimo, são elaboradas em escalas muito pequenas (1: 1.000.000). Talvez a diferença de escala seja mais apropriada para distinguir mapas e cartas de plantas. Segundo, o IBGE (1998), plantas se restringem a áreas com extensões relativamente pequenas em escalas maiores que 1: 2.000, como as plantas-baixas de projetos arquitetônicos e plantas de estruturas e instalações prediais. Desse modo, seria mais apropriado dizer que cartas são mapas destinados a fins específicos, classificações ou tipos particulares de mapas. As cartas podem ser divididas em folhas a partir de um sistema de articulação padronizado. De acordo com Losh (2006), existem diferentes tipos de cartas: (i) cadastrais; (ii) topográficas; (iii) temáticas; (iv) náuticas, aeronáuticas e militares; e (v) geográficas.

As cartas topográficas abrangem escalas entre 1: 25.000 e 1: 250.000, contém detalhes planialtimétricos e abordam aspectos naturais e artificiais de uma área geográfica, possibilitando a determinação de altitudes. As cartas temáticas tratam de temas ligados a diversas áreas do conhecimento, em qualquer escala, onde, sobre uma base de referência (extraído das cartas topográficas), são representados fenômenos visando ao estudo de temas específicos. Essas cartas revelam a necessidade de se multiplicar os mapas georreferenciados para possibilitar a análise dinâmica de diversos temas ou de um mesmo tema em diferentes períodos de tempo. Enquanto as cartas topográficas são essencialmente descritivas e geométricas, as cartas temáticas são analíticas e, eventualmente, explicativas. As cartas náuticas, aeronáuticas e militares são representadas em escalas diversas e utilizadas, basicamente, para navegação, segurança e defesa de territórios. As cartas geográficas apresentam escalas iguais ou inferiores a 1: 1.000.000, servem principalmente para a representação de todo o planeta, de continentes e oceanos, países e grandes regiões.

As cartas cadastrais são representadas em grandes escalas (até 1: 25.000) e, por essa razão, de especial interesse para os planejamentos urbano e regional. Essas cartas podem mostrar limites de propriedades, estradas ou ruas, rede hidrográfica e edificações importantes. Nesse caso, a unidade básica é a parcela da terra; que é identificada por um número cadastral. Essas cartas são confeccionadas a partir de topografia ou com auxílio de fotogrametria em grande escala, podem ser classificadas em plantas cadastrais urbanas (geralmente nas escalas 1: 5.000, 1: 2.000, 1: 1.000) e em cartas cadastrais rurais (em geral, nas escalas 1: 5.000 e 1: 10.000).

As cartas cadastrais apresentam diversas finalidades, sendo, por isso, muitas vezes, chamadas de cadastros multifinalitários. Dentre essas finalidades, pode-se citar: taxaçoão ou cobrança de impostos; reforma agrária, redistribuição e inclusão de terras; avaliação e manejo de recursos da terra; planejamento e implantação de assentamentos urbanos;

implementação e monitoramento de redes de infraestrutura urbana (saneamento, telefonia, energia elétrica, etc.); e registros imobiliários.

Um exemplo de cadastro multifinalitário é o Projeto UNIBASE, criado em 1983, sob a forma de um convênio entre as prefeituras de nove municípios da Região Metropolitana do Recife (RMR) e concessionárias de serviços públicos, com o objetivo de unificar o processo de confecção e atualização de bases cartográficas dos diversos sistemas de informações cadastrais da RMR para aumentar a eficiência na prestação de serviços públicos à coletividade metropolitana, o que possibilita uma redução dos gastos na produção e manutenção de informações, e uma facilitação na troca de informações entre as diversas instituições públicas envolvidas. As cartas foram produzidas na escalas de 1: 5.000 e de 1: 1.000, a partir de um processo de restituição fotogramétrica digital das fotografias aéreas de 1983, 1987, 1988 e 1997.

A proposta de um sistema permanente de atualização cartográfica do Projeto UNIBASE, entretanto, não teve continuidade em razão de diversos fatores, como: os altos custos envolvidos e o longo tempo despendido no seu processo de atualização; e as rápidas mudanças tecnológicas que ocorreram nesse período. Apesar disso, em razão do seu nível de detalhamento e de precisão, as bases cartográficas do UNIBASE continuam, ainda hoje, a serem muito utilizadas, oferecendo pontos de referência confiáveis para a realização de levantamentos topográficos e de mapas cadastrais da cidade (Barros Filho, 2006).

Outro exemplo de cartas cadastrais são as cartas das nucleações Centro, Norte, Oeste e Sul da RMR, elaboradas a partir de 1987, pela FIDEM, na escala de 1: 20.000. Essas cartas foram geradas a partir das ortofotocartas realizadas em 1974 e 1975, e da cobertura aerofotogramétrica realizada em 1984. Em 2003, essas cartas foram atualizadas a partir das ortofotocartas realizadas em 1997.

Além de diferenciar mapas de mapeamentos, cartas e plantas; convém também distinguir mapas de croquis. O croqui é um desenho esquemático e sem precisão, muitas vezes, realizado na etapa inicial de um levantamento, sendo suas informações posteriormente inseridas em um mapa. Um exemplo de croquis são os mapas mentais aplicados em análises de legibilidade urbana, originalmente desenvolvidas pelo geográfico norte-americano, Kevin Lynch, na década de 1960. Outro exemplo são os croquis elaborados em campo durante o processo de reambulação fotogramétrica, os quais servem de apoio ao reconhecimento de objetos não identificados em fotografias aéreas. Além de servir como registro de dados, um croqui contém importantes informações sobre as relações topológicas entre feições gráficas, o que o permite servir como instrumento de orientação individual.

Um mapa essencialmente se diferencia de um croqui por apresentar quatro elementos cartográficos básicos: coordenadas; simbologia; escala; e projeção. Considerando esses elementos, nos itens a seguir serão descritas as características gerais de cada um deles, enfatizando o seu papel na representação de cidades.

1. A cidade e as suas coordenadas

Coordenadas são sistemas fixos utilizados para localizar objetos geográficos na superfície da Terra (IBGE, 1998). Definir as coordenadas em um mapa consiste em referenciá-lo geograficamente ou georreferenciá-lo. Georreferenciar é o ato de estabelecer uma referência espacial (coordenadas X, Y e Z) a um determinado elemento gráfico ou não-gráfico de um sistema de informações. As coordenadas podem ser geográficas e cartesianas ou planas.

As coordenadas geográficas são definidas a partir de paralelos e meridianos. Os paralelos são círculos máximos, cujos planos são perpendiculares ao eixo de rotação da Terra. O Equador é convencionado como o paralelo principal ao qual é atribuído o valor de zero grau. Ao norte do Equador, os paralelos são medidos por valores positivos e crescentes até chegar a +90 graus. Ao sul, suas medidas são negativas e decrescentes até o limite mínimo de -90 graus. Os meridianos são círculos máximos, cujos planos contêm o eixo de rotação da Terra (IBGE, 1998). O meridiano principal é o que passa pelo Observatório de Greenwich na Inglaterra, cujo valor atribuído é zero grau. Ao leste de Greenwich, os meridianos são medidos por valores crescentes até atingir +180 graus. Ao oeste, suas medidas são negativas e decrescentes até chegar em -180 graus. Os paralelos e meridianos estão relacionados, respectivamente, com a latitude e a longitude. A primeira é a distância angular entre um ponto qualquer da superfície da Terra e a linha do Equador. A segunda é a distância angular entre um ponto qualquer da superfície terrestre e o meridiano de Greenwich.

As coordenadas planas ou cartesianas permitem a localização de qualquer ponto no plano a partir da escolha de dois eixos perpendiculares (eixo horizontal e eixo vertical), cuja intercessão é denominada de origem (IBGE, 1998). Um ponto é representado por dois números: o primeiro correspondente à projeção sobre o eixo horizontal (x) e é associado geralmente à longitude; e o segundo correspondente à projeção sobre o eixo vertical (y), sendo associado geralmente à latitude.

As coordenadas estão relacionadas com a orientação dos mapas. Em geral, os mapas utilizam três tipos de norte (IBGE, 1998): o norte verdadeiro ou de Gauss; o norte magnético; e o norte da quadrícula. O norte verdadeiro é tangente ao meridiano geodésico. O norte magnético é tangente à linha de força do campo gravitacional da Terra, sendo apontado para o Pólo Norte. O norte da quadrícula é paralelo ao eixo N do sistema de projeção UTM, cujas características básicas serão apresentadas mais adiante. O ângulo formado entre o norte verdadeiro e o norte da quadrícula é chamado de divergência meridiana; e o ângulo formado entre os vetores do norte verdadeiro e do norte magnético é conhecido como declinação magnética. Este último será positivo ou negativo se ficar ao leste ou ao oeste do norte verdadeiro, respectivamente. A declinação magnética não é um valor constante, muda em função do local e do tempo de observação.

Apesar de sua importância, ainda hoje, muitos mapas de cidades não utilizam sistemas de coordenadas para georreferenciar suas feições cartográficas. Muitas vezes, apenas o norte é representado. No entanto, mesmo assim, não se especifica o tipo do norte que foi

utilizado. A representação inadequada das coordenadas cartográficas em cidades é uma consequência de uma visão limitada sobre a importância do georreferenciamento no planejamento e na gestão urbanos. Não se pensa no espaço urbano como um objeto de estudo holístico e interdisciplinar, o qual requer a integração e combinação de informações provenientes de diversas fontes, de diferentes estudos desenvolvidos por vários profissionais urbanistas como arquitetos, engenheiros, advogados, ambientalistas, médicos sanitaristas, dentre outros.

2. A cidade e os seus símbolos

A simbologia é a arte e a técnica em atribuir símbolos para distinguir e expressar, de forma clara e legível, os objetos geográficos representados em um mapa (IBGE, 1998). Cada símbolo deve ser associado a uma legenda para que possa descrever mais detalhadamente suas características.

As legendas podem ser compostas por medidas qualitativas ou quantitativas. As primeiras estão subdivididas em medidas nominais e ordinais. As segundas, em medidas de intervalo e de razão. Segundo Stevens (1946 apud Câmara, 2005), a medida nominal dá nome aos objetos, mas não permite uma comparação entre eles. Como, por exemplo, tipos de usos do solo urbano: residencial; comercial; e industrial. A medida ordinal diferencia objetos pela sua ordem hierárquica como, por exemplo, tamanhos de cidades: pequeno; médio; e grande porte. As medidas de intervalo, além de hierarquizar, adicionam informação numérica, mas o valor zero é arbitrário, não indicando a ausência de certa característica. Um bom exemplo é a variação da temperatura entre áreas urbanas: de -2 a 0 °C; de 0 a 5 °C; e de 6 a 15 °C. Já as medidas racionais consideram o zero como valor inicial de uma seqüência única. Como, por exemplo, variações da população em cidades: de 0 a 10 mil pessoas; de 10 a 20 mil pessoas, de 20 a 50 mil pessoas.

Os símbolos de um mapa podem ser representados por feições gráficas do tipo ponto, linha ou polígono. De acordo com Monmonier (1996), essas feições podem ser associadas a cinco variáveis visuais (figura 1): tamanho; forma; tom de cinza; textura; orientação; e cor. O autor faz algumas recomendações sobre os símbolos a serem utilizados em um mapa, considerando a relação entre a variável visual e o tipo de feição gráfica escolhida. Em um mesmo mapa, podem ser utilizados símbolos combinando duas variáveis visuais como, por exemplo, polígonos com diferentes tamanhos e texturas. Cores e tons de cinza são mais eficientes na representação de feições gráficas do tipo polígono do que do tipo ponto. Em um mapa com feições do tipo ponto é mais preferível que utilize as variáveis visuais de forma e tamanho em suas diferenciações.

Pontos são objetos adimensionais definidos apenas por um par de coordenadas. Podem representar: locais de atratividade turística; mobiliários urbanos; elementos da rede de infraestrutura urbana (postes, estações de tratamento de esgoto, etc.); equipamentos coletivos de educação, saúde e lazer; casos de doenças; ocorrências de crime; pólos de desenvolvimento econômico ou cultural. Pontos podem ser inseridos o mais próximo possível nos locais onde ocorreram os eventos ou ficar no centro gravitacional dos

dados considerados. Em um mapa, cada ponto pode representar mais de um elemento mapeável e ter um tamanho proporcional à intensidade de ocorrência de um fenômeno. Técnicas de interpolação são utilizadas para converter pontos em linhas ou em polígonos.

Linhas são objetos unidimensionais definidos por uma sequência de pares de coordenadas sem duplicação. Podem representar: redes hídricas, viárias, de serviços (coleta de lixo, policiamento, etc.) e de infraestrutura urbana (água, esgoto, telefonia, etc.); fluxos de veículos e de pedestres; movimentos migratórios. A espessura das linhas pode variar em função da hierarquia ou da intensidade dos fluxos. Mapas de linhas são muito utilizados em estudos de acessibilidade, mobilidade e morfologia urbana. Um exemplo são os mapas axiais, baseados na teoria da sintaxe espacial, para analisar o grau de integração em espaços urbanos. A **figura 1** apresenta mapa axial de Integração Global na City de Londres, em 1996. As linhas em vermelho representam as vias que estão mais espacialmente integradas, seguidas pelas linhas em laranja, amarelo, verde, azul claro e azul escuro.



Figura 1
Distribuição do Índice de Integração Global na City de Londres.
Fonte: Hillier (1996, p. 162)

Outro exemplo são os mapas de linhas aplicados na análise de fenômenos contínuos, como a variação de temperatura, de densidades e da topografia. Tais mapas são chamados de isopléticos, pois suas linhas passam por pontos com igual valor, como as curvas de nível em um mapa altimétrico. Técnicas de ajustes de curvas, interpolação, triangulação ou fatiamento podem ser aplicadas na construção de mapas isopléticos.

Polígonos são objetos bidimensionais definidos por uma sequência de pares de coordenadas, em que o último par coincide com o primeiro. Podem representar: setores censitários; regiões político-administrativas; zoneamentos urbanos. São muito utilizados para caracterizar estruturas intraurbanas, regular o uso e a ocupação do solo urbano, e identificar áreas prioritárias de intervenções urbanísticas. A técnica ponto-em-polígono é muito aplicada para gerar pontos no centróide de cada polígono. Geralmente, seus atributos são associados a dados socioeconômicos e podem ser representados em mapas diagramas ou em mapas coropléticos.

Nos mapas diagramas, os atributos dos polígonos podem ser representados por gráficos de barras ou de torta, pelo cartograma de Dorling ou pelas faces de Chernoff. No cartograma de Dorling, os polígonos são distorcidos ou representados por símbolos circulares de modo que suas áreas sejam proporcionais aos respectivos valores de seus atributos (Barros Filho, 2006). Nas faces de Chernoff, cada atributo de um polígono é representado pela boca, pelos olhos e pelas sobrancelhas de uma face. A expressão facial - gerada com a combinação do tamanho, da forma, da localização e da orientação desses elementos - sintetiza os valores do conjunto de atributos e pode ser facilmente reconhecida, pois é normalmente a primeira impressão de uma pessoa quando conhece alguém pela primeira vez. Assim, a forma da boca, a proximidade dos olhos e o ângulo das sobrancelhas indicam sentimentos, como felicidade, tristeza, preocupação e/ou surpresa que podem ser associados a valores de atributos socioeconômicos.

A **figura 1** mostra o cartograma elaborado por Anna Barford e Danny Dorling (2007) para representar a distribuição espacial do Índice de Pobreza Humana estabelecido pelo Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas. Nota-se, por exemplo, que as áreas da Índia e de grande parte dos países africanos ficam bem maiores que as suas dimensões territoriais, enquanto que os países da América do Norte e da Europa Ocidental reduzem significativamente suas dimensões. A **figura 2** mostra o mapa com as faces de Chernoff elaborado pelo Dr. Eugene Turner da California State University em 1979 (Tyner, 1992). Este mapa descreve as condições de vida nos distritos da cidade de Los Angeles, nos Estados Unidos. A forma das faces expressa o grau de afluência da população em função de suas condições de renda, educação e habitação. A forma da boca retrata a taxa de desemprego de cada distrito. A configuração dos olhos e das sobrancelhas descreve o grau de estresse urbano em função das condições de saúde, dos crimes e dos transportes em cada distrito. A cor das faces caracteriza a proporção de população branca em cada distrito.

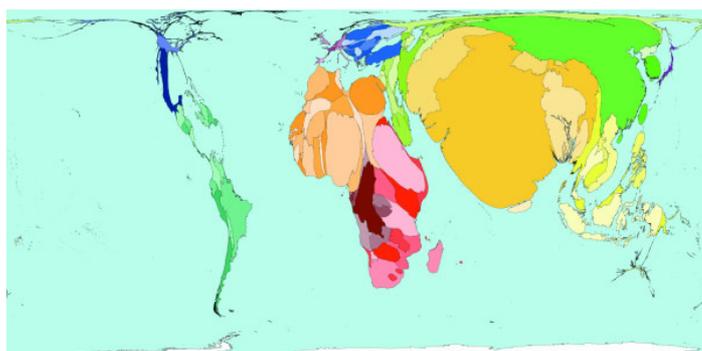


Figura 1
Distribuição mundial da pobreza humana
Fonte: Barford e Dorling (2007)

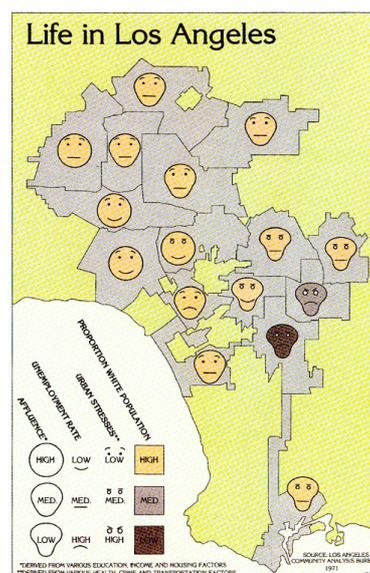


Figura 2
Condições de vida em Los Angeles
Fonte: Tyner (1992)

Nos mapas coropléticos é atribuída uma cor a cada polígono em função dos valores de seus respectivos atributos. Muitas vezes, utilizam-se cores graduais. Tons mais escuros são associados aos polígonos onde o fenômeno ocorre com maior intensidade. A interpretação de mapas coropléticos pode levar a compreensões bastante distintas da realidade, pois, em geral, os polígonos são delimitados por critérios operacionais e/ou político-administrativos e apresentam tamanhos bastante variados que interferem na representação da estrutura urbana. Polígonos maiores que exercem maior influência visual e, geralmente, agregam uma pequena população. O cartograma de Dorling descrito anteriormente é uma das maneiras de evitar esse problema.

A **figura 2** mostra dois mapas de polígonos representando a proporção de pessoas com automóvel nos distritos da cidade de Leicestershire, na Grã Bretanha, a partir de variáveis do Censo Demográfico de 1991. Em ambos os mapas, os valores dos atributos dos polígonos foram classificados em duas classes. Os polígonos em cor azul clara representam as áreas da cidade onde mais da metade da população possui automóveis particulares, enquanto que aqueles em azul escuro, as áreas onde menos da metade da população possui automóvel. O mapa coroplético da esquerda revela que a maioria dos distritos contém mais da metade das pessoas com acesso ao automóvel. O cartograma de Dorling da direita, entretanto, mostra que a maioria da população vive em áreas onde menos que a média das pessoas possui automóvel.

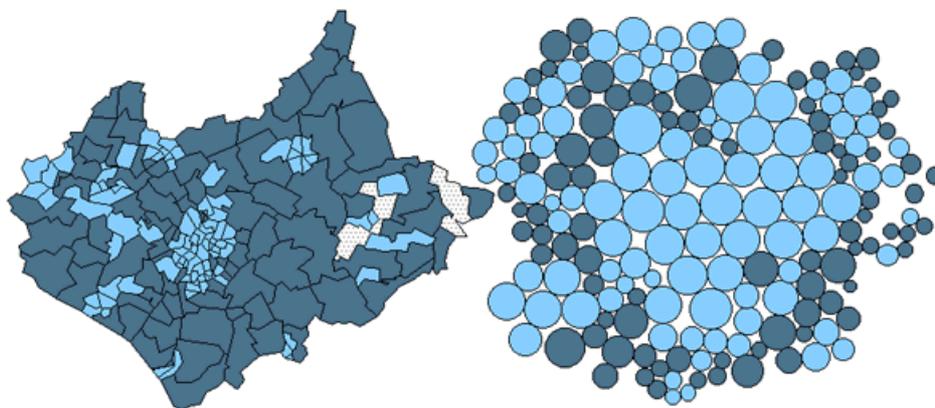


Figura 3
Proporção de pessoas com automóvel em Leicestershire
Fonte: Dykes e Unwin (1998)

Além disso, o modo como os valores dos atributos são classificados pode gerar agrupamentos bem distintos e, conseqüentemente, diferentes interpretações. Um bom exemplo são os agrupamentos de setores censitários na cidade do Recife, gerados com a classificação dos valores de um Indicador de Habitabilidade (IH) construído a partir de variáveis do Censo Demográfico de 2000 (Barros Filho, 2006), como mostra a **figura 4** abaixo. Os polígonos mais escuros nesses mapas correspondem às áreas da cidade com melhores condições de habitabilidade. Verifica-se que o mapa da direita, resultante da aplicação do método de quebra natural, consegue representar de modo mais fiel as desiguais condições de habitabilidade da cidade do que o mapa da esquerda, gerado pelo método de classificação por áreas iguais.

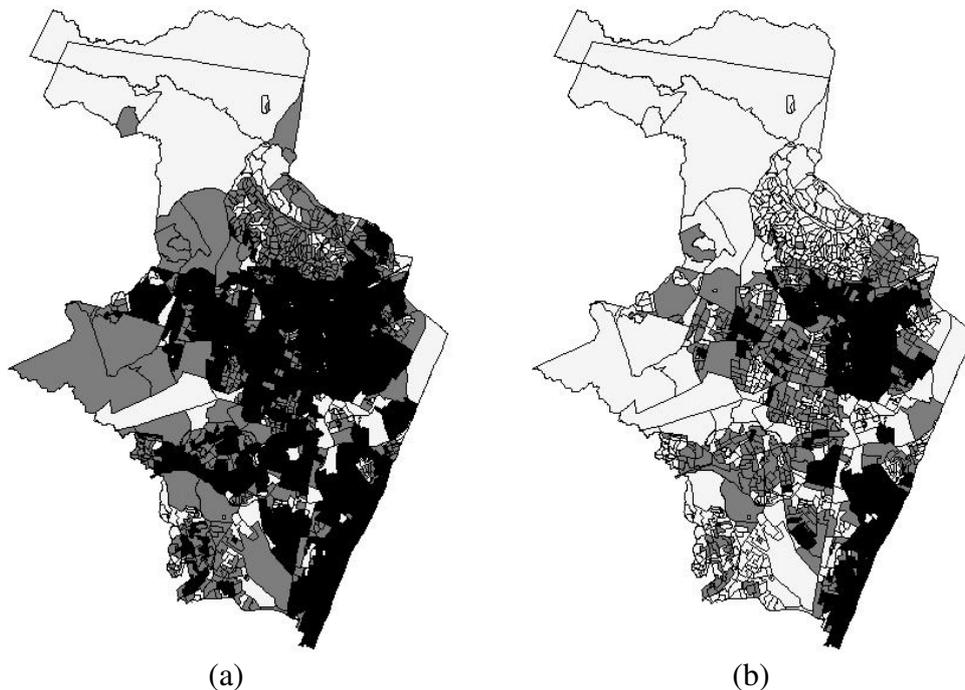


Figura 4
Agrupamentos gerados com a classificação dos valores do IH de Recife aplicando-se os métodos de áreas iguais (a) e de quebra natural (b)
Fonte: Barros Filho (2006, p. 105).

Para evitar, ou ao menos minimizar, os problemas dos mapas coropléticos, é preciso analisar além do que estes mapas mostram, com o intuito de compreender os seus padrões subjacentes. Nesse sentido, diversos métodos de análise de dados espaciais vêm sendo desenvolvidos, baseados no conceito de autocorrelação espacial. Entre esses, destacam-se os índices globais e locais de Moran, aplicados em dados do tipo polígono; e os métodos de interpolação de dados pontuais, que podem ser determinísticos ou geoestatísticos (Barros Filho, 2006).

3. A cidade e as suas escalas

A escala é um “mecanismo de representação/distorção da realidade” (Santos, 1991, p. 65), um “esquecimento coerente” (Racine et al, 1983, p. 127). Implica uma decisão sobre o grau de pormenorização da representação da realidade. A escolha e manipulação de escalas são definidas tanto pelo que se deseja ou se quer representar, como em função dos dados e métodos disponíveis ou das limitações dos recursos e custos para o levantamento e a manipulação de dados.

A escala cartográfica é uma razão matemática entre as dimensões de representação e real de um objeto. Quanto maior a dimensão real de um objeto, menor será a sua escala. No entanto, a noção de escala é diversa entre os campos disciplinares e o simples fato

de afirmar que um elemento tem escala maior que outro pode gerar muita confusão. Para a Ecologia e a Economia, por exemplo, o conceito de escala está relacionado com a extensão em que um objeto ou fenômeno é observado, sendo inversa a relação entre as suas dimensões de representação e real: quanto maior a dimensão real de um objeto, maior será a sua escala (Barros Filho, 2006).

Na teoria dos fractais, a dimensão real de um objeto é sempre relativa, pois depende do instrumento de medida utilizado. Sendo assim, o conceito de escala fica relacionado com o espaçamento entre medições adjacentes realizadas sobre um determinado objeto e com a noção de granulação. Quanto menor for o tamanho da unidade de medida considerada, maior será a escala do objeto analisado (Barros Filho, 2006).

Na verdade, não existe uma escala que possa ser considerada como a mais apropriada para a representação do espaço urbano. Com os avanços tecnológicos, a busca paranóica pela precisão, tem feito com que muitos analistas cheguem a afirmar que quanto mais detalhado for um mapa, melhor representará os fenômenos e processos urbanos. Isso, entretanto, nem sempre é verdadeiro. José Luís Borges (1960) dá um bom exemplo sobre a inutilidade da obsessão em se elaborar mapas perfeitos.

Naquele império, a arte da cartografia atingiu uma tal perfeição que o mapa duma só província ocupava toda a cidade, e o mapa do império, toda uma província. Com o tempo, esses mapas desmedidos não satisfizeram e os Colégios de Cartógrafos levantaram um mapa do império que tinha o tamanho do império e coincidia ponto a ponto com ele. Apegadas ao estudo da cartografia, as gerações seguintes entenderam que esse extenso mapa era inútil e não sem piedade entregaram às inclemências do sol e dos invernos. Nos desertos do oeste subsistem despedaçados ruínas do mapa, habitados por animais e mendigos. Em todo o país não resta outra relíquia das disciplinas geográficas (Borges, 1960, p. 247).

A escala cartográfica está associada à idéia de generalização. Generalizar consiste em simplificar um mapa para permitir uma comunicação mais eficiente, representando apenas os objetos de interesse. Como afirma Monmonier (1996), a realidade é tridimensional, rica em detalhes e difícil de ser representada em um modelo gráfico bidimensional. Assim, um mapa que não for generalizado não terá validade. O valor de um mapa depende da capacidade de sua generalização para refletir um determinado aspecto da realidade.

O conceito de generalização cartográfica revela que não é somente a ausência de informação, o grande responsável pela impossibilidade ou dificuldade de representação da realidade. Do mesmo modo, uma quantidade excessiva de informação impede ou dificulta a representação e a consequente compreensão da realidade. Outro conto de José Luís Borges (1949) permite fazer uma relação entre a falta e o excesso de informação cartográfica, respectivamente, no deserto da Arábia e no labirinto da Babilônia.

(...) nos primeiros dias houve um rei das ilhas de Babilônia que reuniu arquitetos e ordenou-lhes a construção de labirinto tão surpreendente e sutil que os varões mais prudentes não se aventuravam a entrar, e os que entravam se perdiam. Essa obra era um escândalo, pois a confusão e a maravilha são operações próprias de Deus e não dos homens. Com o correr do tempo, veio à sua corte um rei dos árabes, e o rei da Babilônia (para zombar da simplicidade de seu hóspede) fez com que ele penetrasse no labirinto, onde vagueou humilhado e confuso até o

fim da tarde. Implorou então o socorro divino e deu com a porta. Seus lábios não proferiram queixa nenhuma, mas disse ao rei da Babilônia que ele tinha na Arábia outro labirinto e, se Deus quisesse, lho daria a conhecer algum dia. Depois regressou à Arábia, juntou seus capitães e alcaides e arrasou os reinos da Babilônia com tão venturosa sorte que derrubou seus castelos, dizimou sua gente e fez prisioneiro o próprio rei. Amarrou-o sobre um camelo veloz e levou-o para o deserto. Cavalgaram três dias, e lhe disse: “Oh, rei do tempo e substância e símbolo do século, na Babilônia quiseste que me perdesse num labirinto de bronze com muitas escadas, portas e muros; agora o Poderoso achou por bem que eu te mostre o meu, onde não há escadas a subir, nem portas a forçar, nem cansativas galerias a percorrer, nem muros que te vedem os passos.” Em seguida, desatou-lhes as armaduras e o abandonou no meio do deserto, onde ele morreu de fome e de sede (Borges, 1949, p.676).

Dependendo do tipo de feições gráficas existentes, diversas operações de generalização podem ser adotadas. Na generalização de linhas, podem ser aplicadas operações de seleção, simplificação, deslocamento, suavização e realce. Na generalização de pontos, podem ser realizadas operações de seleção, deslocamento, associação gráfica, abreviação, agregação e conversão em polígonos. A generalização de polígonos pode envolver seleção, agregação, deslocamento, suavização, realce, agregação, dissolução, segmentação, conversão em pontos e conversão em linhas.

O mapa do metrô de Londres, apresentado na **figura 5**, é um exemplo de generalização cartográfica. Neste mapa, a conectividade entre as estações é mais importante que a precisão geométrica. Assim, a área central da cidade, onde ocorre uma grande convergência de linhas, é representada em uma escala maior para melhor acomodar as estações e suas toponímias. No entanto, a periferia da cidade, onde as estações estão mais distantes entre si e em menor quantidade, é representada em escala menor, pois, neste local, as feições gráficas são menos densas.

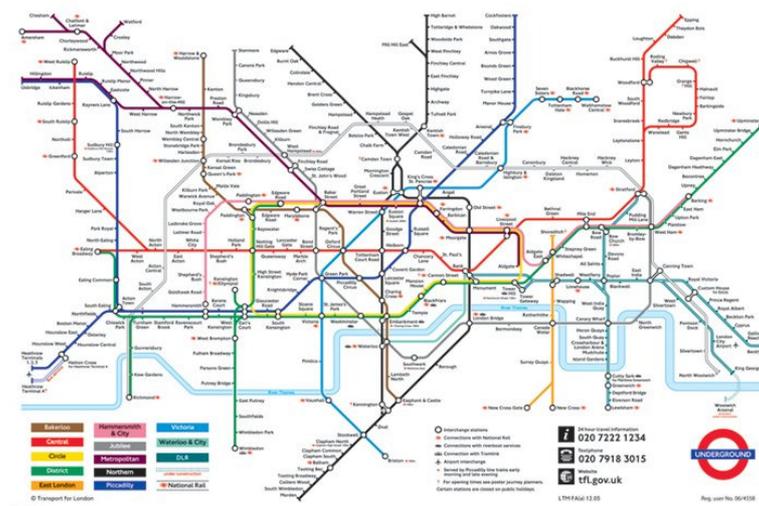


Figura 5
Mapa do metrô de Londres
Fonte: Transport for London (2008)

Um dos problemas mais comuns na representação de cidades é a obtenção de diferentes resultados para um mesmo conjunto de dados, quando a informação é agrupada em diferentes níveis de agregação ou resolução espacial. Um bom exemplo desse problema

é apresentado na **figura 6**, abaixo, na qual os valores do Índice de Desenvolvimento Humano do Recife (IDH) estão associados a dois níveis distintos de agregação espacial de dados. No mapa da esquerda, os valores do IDH estão associados às Regiões Político-Administrativas do Recife, enquanto que no mapa da direita, esses mesmos valores estão associados às Unidades de Desenvolvimento Humano (UDH). Verifica-se, neste caso, que as UDHs permitem identificar áreas no interior das RPAs com valores de IDH bem distintos, não capazes de serem percebidos com estas últimas.

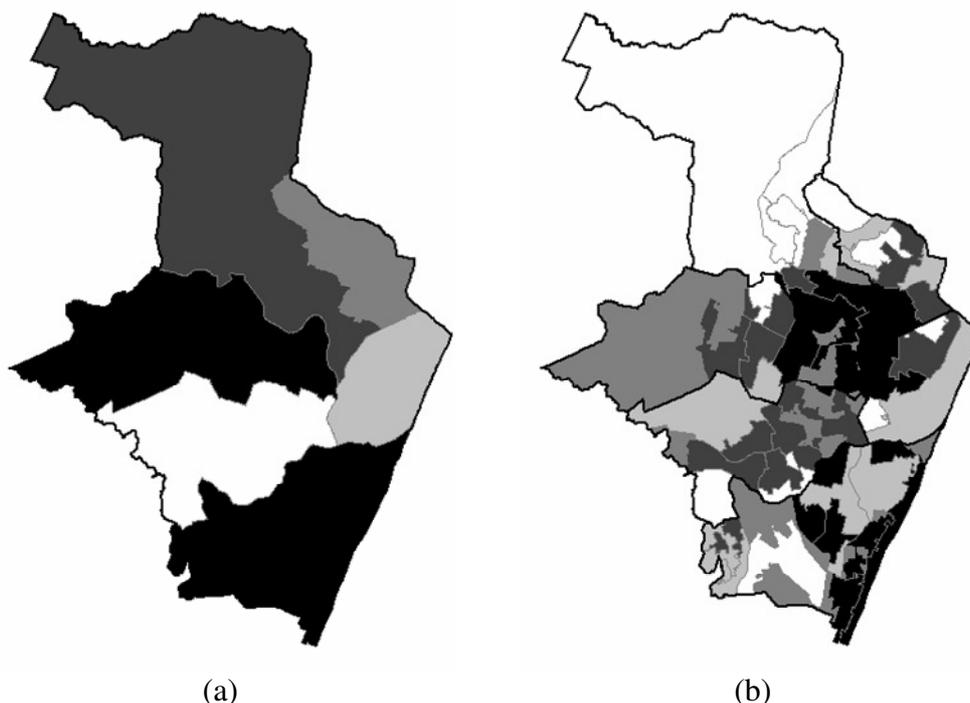


Figura 6
Agrupamentos dos valores do IDH da cidade do Recife em RPAs (a) e em UDHs (b)
Fonte: Barros Filho (2006, p. 105).

4. A cidade e as suas projeções

A projeção é um mecanismo da Cartografia utilizado para representar os objetos do mundo real em uma superfície plana (IBGE, 1998). Faz corresponder a cada ponto da Terra, um ponto no mapa. As projeções inevitavelmente distorcem, ao menos, uma dessas propriedades: forma, área, distância e direção. De um modo geral, as projeções podem ser classificadas de três maneiras: (i) quanto ao método de construção adotado; (ii) quanto ao tipo de superfície adotada, considerando seu posicionamento e seu ponto de contato em relação à superfície da Terra; e (iii) quanto ao grau de deformação.

Quanto ao método de construção adotado, as projeções podem ser classificadas em gnômicas, estereográficas e ortográficas. A diferença básica entre elas é o posicionamento do ponto de vista a partir do qual as linhas de projeção se divergem. Nas gnômicas, o ponto de vista está no centro da Terra. Nas estereográficas, este ponto

está na superfície da Terra. Já nas ortográficas, o ponto está no infinito, sendo as linhas de projeção paralelas entre si.

Quanto ao tipo de superfície adotada, as projeções podem ser classificadas em plana, cilíndrica, cônica e poli-cônicas. O cone, cilindro ou o plano podem ser tangentes (tocar a superfície da Terra em uma linha ou um ponto) ou secantes (interceptar a Terra em mais de um local) à superfície terrestre. Em geral, as superfícies secantes apresentam uma menor distorção que as tangentes.

Quanto ao grau de deformação, as projeções podem ser conformes, equidistantes e equivalentes. As projeções conformes conservam os ângulos e a forma, mas deformam as áreas. As projeções equivalentes conservam as áreas, mas deformam os ângulos e a forma. As projeções equidistantes conservam a proporção entre as distâncias, em determinadas direções, na superfície representada.

Os mapas da **figura 7**, abaixo, representam partes da superfície terrestre em diferentes projeções. De acordo com Monmonier (1996), no mapa da esquerda, em projeção de Mercator, a Groelândia fica com tamanho próximo ao da América do Sul, quase oito vezes maior do que seu tamanho quando representada em um globo. No mapa da direita, em projeção gnômica, a distorção é ainda maior, sendo somente capaz de representar menos da metade do globo.

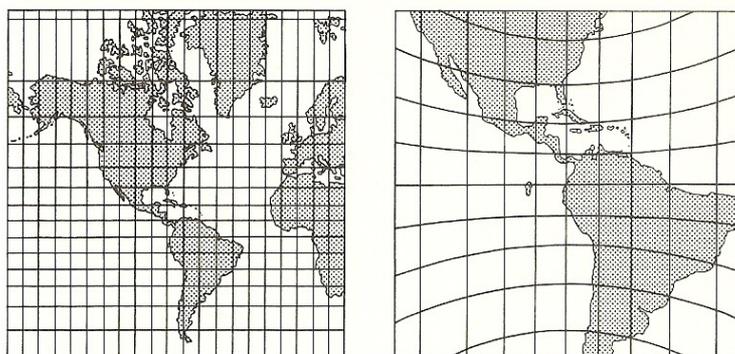


Figura 7

Diferentes projeções cartográficas da Terra

Fonte: Monmonier (1996, p. 15).

Existem centenas de projeções cartográficas. A escolha da projeção a adotar depende da aplicação, assim como do tamanho e da localização da área a ser mapeada na superfície terrestre. Uma das mais conhecidas e utilizadas é a Universal Transversa de Mercator (UTM). Considerando as classificações anteriores, a projeção UTM é ortográfica, cilíndrica, conforme e secante. Para a construção dessa projeção, a Terra foi representada como uma esfera e dividida em 60 fusos de 6 graus de longitude. Esses fusos foram numerados a partir do ante-meridiano de Greenwich (180 graus de longitude), no sentido oeste-leste. No sentido norte-sul, cada fuso foi dividido em 20 quadrículas de 8 graus de latitude. As quadrículas foram nomeadas a partir de 80 graus de latitude sul até 84 graus de latitude norte, começando com a letra C até a letra X, com exceção das letras I e O. As letras A e B foram excluídas por serem muito utilizadas em

outros sistemas de identificação, e as letras I e O, para evitar confusão com os números 1 e 0. Para cada fuso, adotou-se como superfície de projeção um cilindro transversal com eixo perpendicular ao seu meridiano central, que é o meridiano intermediário aos dois meridianos secantes ao cilindro.

A projeção UTM é representada por coordenadas planas, expressas em metros. O eixo E (*Easting*) representa a coordenada no sentido Leste-Oeste. O eixo N (*Northing*) representa a coordenada no sentido Norte-Sul. Para evitar coordenadas negativas, é atribuído o valor 500.000 m ao meridiano central. Para o eixo N, a referência é o equador e o valor atribuído depende do hemisfério. No Hemisfério Norte, o Equador tem um valor N igual a 0 m. No Hemisfério Sul, tem valor N igual a 10.000.000 m.

Em cidades, a distorção das projeções cartográficas, geralmente, não é tão intensa a ponto de afetar as medidas do mapa, sendo a curvatura terrestre considerada desprezível. Entretanto, em análises de redes urbanas, quando se considera a relação hierárquica entre um conjunto de cidades que compõem uma determinada região geográfica, a distância entre as cidades é uma variável significativa na definição do grau de importância ou do poder de atração de uma cidade em relação às demais. Nesses casos, o tipo de projeção cartográfica utilizada terá um papel decisivo, pois afetará a distância calculada entre as cidades analisadas e, como consequência, influenciará na hierarquização dessas cidades. O mesmo acontece em análises de transportes, quando se deseja estimar o tempo e os custos envolvidos em deslocamentos interurbanos.

Além disso, não se deve menosprezar o intenso processo de crescimento e expansão urbanos que ocorre nas grandes metrópoles atuais, frequentemente chamadas de megalópoles ou de cidades-regiões. Com a conurbação urbana, essas regiões passam a configurar manchas urbanas contínuas com grandes extensões territoriais, ficando sujeitas às distorções das projeções cartográficas. Mega-cidades como Chicago, Londres, Tóquio, Mumbai, Cairo, Lagos, Cidade do México e São Paulo são alguns exemplos desse processo. Nesta última, com população em torno de 25 milhões de pessoas, sua mancha urbana chega a atingir uma distância de 70 quilômetros. Caso se considere toda a região urbanizada ao longo do eixo da rodovia Dutra, entre as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, essa distância ultrapassa 400 quilômetros.

Considerações finais

Os elementos cartográficos apresentados revelaram que não existe uma única, mas diversas maneiras de representação de cidades. Suas coordenadas podem ser geográficas ou cartesianas. Seus símbolos podem ser pontos, linhas e polígonos; cada um associado a uma ou duas variáveis visuais. Suas escalas podem ser diversas e revelar diferentes fenômenos e processos urbanos, não existindo uma escala que pode ser considerada como a mais apropriada. Suas projeções variam em função do ponto de vista, do tipo e do posicionamento da superfície considerada, assim como de acordo com o grau de deformação ao qual estão sujeitas.

Verificou-se também que as coordenadas cartográficas são elementos fundamentais para georreferenciar os objetos naturais e construídos, existentes na superfície da Terra, permitindo a integração de informações provenientes de diferentes fontes. Nesse sentido, o uso de tais elementos está relacionado com a percepção mais ampla das cidades, como objetos que exigem uma compreensão holística e interdisciplinar.

Diante das características dos símbolos, das escalas e das projeções cartográficas, é possível afirmar que o mapa é um modelo de representação de cidades que nunca conseguirá representar fielmente todos os seus pormenores. Como bem explica Boaventura Santos, “a principal característica estrutural dos mapas reside em que, para desempenharem adequadamente as suas funções, têm que inevitavelmente distorcer a realidade” (Santos, 1991, p. 64). Do mesmo modo, Monmonier (1996, p. 25) salienta que um bom mapa diz uma grande quantidade de pequenas mentiras, suprime a verdade para ajudar (ou para induzir) o usuário a ver apenas o que precisa ser visto. Portanto, os mapas estão, inevitavelmente, sujeitos a distorções que tanto podem ser causadas por erros humanos, como podem ser intencionais, muito úteis quando se deseja disfarçar/esconder ou realçar certos aspectos da realidade.

Apesar das diversas possibilidades de representação de cidades e das limitações em representar fielmente todos os seus pormenores, os mapas (as representações) e as cidades (as realidades) estão fortemente relacionados entre si. Para o filósofo francês Jean Braudillard (1991), essa relação é tão forte que fica impossível distinguir a diferença ou a fronteira entre ambos. Segundo o autor, o real não mais existe. O que existe é o hiper-real, ou seja, modelos de simulação da realidade.

Hoje a abstração já não é a do mapa, do duplo, do espelho ou do conceito. A simulação já não é a simulação de um território, de um ser referencial, de uma substância. É a geração pelos modelos de um real sem origem nem realidade: hiper-real. O território não precede ao mapa, nem lhe sobrevive. (...) não se trata de mapa nem de território. Algo desapareceu: a diferença soberana de um para o outro, que constituía o encanto da abstração. Pois é na diferença que consiste a poesia do mapa e o encanto do território, a magia do conceito e o encanto do real. Esse imaginário da representação, que culmina e ao mesmo tempo se afunda no projeto louco dos cartógrafos, de uma coextensividade ideal do mapa e do território, desaparece na simulação (Braudillard, 1991, p.8).

É justamente essa forte imbricação entre a cidade e o mapa, entre o real e a sua representação que enfatiza a importância e a necessidade dos conhecimentos técnico e artístico envolvidos no processo de produção cartográfica. Conhecimentos estes também importantes e necessários na leitura e compreensão das cidades, assim como na elaboração e implementação de diretrizes e ações urbanísticas.

Os recentes avanços nas telecomunicações, na informática e nas geotecnologias vêm contribuindo significativamente para a emergência do hiper-real, tornando cada vez mais difícil a distinção entre a cidade e as suas representações cartográficas. Como salienta Almeida (2007), a inserção do universo computacional no estudo e planejamento das cidades traz novos paradigmas sobre como entender e agir no espaço urbano. Expande as possibilidades de ação dos planejadores e gestores urbanos, permitindo que os mesmos simulem e recriem cidades em um ambiente digital, como também interajam mais efetivamente com a sociedade.

Mas, voltando-se à pergunta formulada no início do artigo, afinal, o que é uma cidade? Diante de tudo o que foi apresentado, talvez a resposta mais plausível seja dizer que uma cidade é uma representação social construída a partir de elementos cartográficos. Tais elementos são fundamentais para que a cidade tenha um sentido, uma lógica ou um conceito.

Referências

Almeida, C. M. de. O diálogo entre as dimensões real e virtual do urbano. In: Almeida, C. de A.; Câmara, G.; Monteiro, A. M. **Geoinformação em urbanismo: cidade real x cidade virtual**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. p. 19-31.

Barford, A.; Dorling, D. The shape of the global causes of death. **International Journal of Health Geographics**. 6(1): 48, 2007.

Barros Filho, M. N. M. **As múltiplas escalas da diversidade intra-urbana: uma análise de padrões socioespaciais no Recife (Brasil)**. 2006. 296f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Urbano) – Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

Borges, J. L. Do rigor da ciência. In: _____. *O Fazedor*. Buenos Aires, 1960. Tradução de Flávio José Cardoso. **Obras completas II**. São Paulo: Globo, 1998. p. 247.

_____. Os dois reis e os dois labirintos. In: _____. *O Aleth*. Buenos Aires, 1949. Tradução de Flávio José Cardoso. **Obras completas I**. São Paulo: Globo, 1998, p.676.

Braudillard, J. **Simulacros e Simulação**. Lisboa: Relógio D'Água, 1991.

Câmara, G. Representação computacional de dados geográficos. In: **Banco de dados geográficos**. Casanova, M. C et al (Orgs.). Curitiba: Mundo GEO, 2005.

Dykes, J. A.; Unwin, D. J. Maps of the Census: a rough guide. Advisory Group on Computer Graphics (AGOCG), 1998. Disponível em: http://www.agocg.ac.uk/reports/visual/casestud/dykes/conten_1.htm. Acesso em: 27 Nov. 2008.

Hillier, B. **Space is the machine**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

IBGE. **Noções Básicas de Cartografia**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1998. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25 de Nov. 2008.

Monmonier, M. **How to lie with maps**. Chicago: University of Chicago Press, 1996.

Losh, R. E. N. **Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2006.

Publicado sob licença da HUMANA E. Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Humanas ESUDA (ISSN 1517-7602). Endereço: http://www.esuda.com.br/revista_humanae.php. Utilize o seguinte formato para referenciar este artigo: Barros Filho, M. N. M. A cidade e as suas representações cartográficas. **Humanae**, v.1, n.2, p.1-18, Dez 2008.

Santos, B. de S. Uma cartografia simbólica das representações sociais: prolegômenos a uma concepção pós-moderna do direito. In: **Espaço e Debates**, 1991.

Transport for London. **Underground Map**. Disponível em: <http://www.tfl.gov.uk/assets/downloads/standard-tube-map.pdf> Acesso em: 7 de Setembro, 2008.

Tyner, J. **Introduction to thematic cartography**. New Jersey: Englewood Cliffs, 1992.