



Julio 2018 - ISSN: 1989-4155

DESENVOLVIMENTO DA CARTOGRAFIA COMO LINGUAGEM GEOGRÁFICA: UM PROCESSO DE APRENDIZAGEM TERRITORIAL

Daniel Araújo Sombra Soares¹

Luís Hernán Villacís Taco²

Carlos Jorge Nogueira de Castro³

Rodrigo Rafael Souza de Oliveira⁴

Sérgio Cardoso de Moraes⁵

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Daniel Araújo Sombra Soares, Luís Hernán Villacís Taco, Carlos Jorge Nogueira de Castro, Rodrigo Rafael Souza de Oliveira y Sérgio Cardoso de Moraes (2018): "Desenvolvimento da cartografia como linguagem geográfica: um processo de aprendizagem territorial.", Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo (julio 2018). En línea:

<https://www.eumed.net/rev/atlante/2018/07/desenvolvimento-cartografia.html>

RESUMO:

Neste artigo realizaremos uma revisão histórica da questão da representação cartográfica dos dados e informação geográfica, ressaltando a importância metodológica de seu uso nos trabalhos de investigação dos fenômenos geográficos, bem como os recursos analíticos que a cartografia em conjunção com a chamada ciência da informação possibilita à geografia. Primeiramente trataremos da cartografia, discutindo sua importância para a geografia e para a sociedade, em geral, apontando os principais marcos na sua construção histórica para, num segundo momento, abordar os aspectos mais relevantes do universo das geotecnologias, com destaque para os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), e, num terceiro momento, aprofundando a discussão acerca dos SIG e sua relação e utilidade para com a geografia.

PALAVRAS-CHAVE: Cartografia; Sistemas de Informação Geográfica; Representação.

¹ Geógrafo. Professor do Departamento de Filosofia e Ciências Sociais (DFCS) da Universidade do Estado do Pará (UEPA/BRASIL). Pesquisador do Laboratório de Análise Ambiental e Representação Cartográfica (LARC), do Núcleo de Meio Ambiente (NUMA) da Universidade Federal do Pará (UFPA/BRASIL). Doutorando em Geografia pela Universidade Federal do Pará. E-mail: dsombra@ufpa.br

² Geógrafo. Professor da Escuela de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo da Universidad Estatal de Bolívar (UEB/EQUADOR). E-mail: luisvillacis_5@yahoo.com

³ Geógrafo. Professor do Departamento de Filosofia e Ciências Sociais (DFCS) da Universidade do Estado do Pará (UEPA). Doutorando em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). E-mail: carlosjorge319@gmail.com

⁴ Geógrafo. Professor do Departamento de Filosofia e Ciências Sociais (DFCS) da Universidade do Estado do Pará (UEPA). Doutorando em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Pará (UFPA). E-mail: rodrigo.rafaelso@hotmail.com

⁵ Sociólogo. Professor do Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local da Amazônia (PPGEDAM) do Núcleo de Meio Ambiente (NUMA) da Universidade Federal do Pará (UFPA/BRASIL). E-mail: scmoraes@ufpa.br

ABSTRACT:

At this paper, we make an historic review about the question of data and geographic information's cartographic representation, highlighting methodologic concern of its use works about geographic phenomena as well as analytical resources that cartography joined to geographic information science give to geography. First we treat cartography, showing its importance to geography and society in general, pointing out the main marks on its historical building; second, we focus on main aspects of geotechnologies universe, highlighting Geographic Information Systems (GIS), and, third, we deep discussion about GIS and its relationship and usedness to geography.

KEY WORDS: Cartography; Geographic Information systems; Representation.

RESUMEN:

En este artículo realizamos una revisión histórica de la cuestión de la representación cartográfica de los datos y la información geográfica, destacando la importancia metodológica de su uso en la investigación de los fenómenos geográficos y la asignación de recursos de análisis en conjunto con la llamada ciencia de la información permite a geografía. En primer lugar consideramos el mapeo, discutiendo su importancia para la geografía y la sociedad en general, destacando los principales hitos en su edificio histórico, para, en segundo lugar, hacer frente a los aspectos más relevantes del universo de geo-tecnologías, especialmente los Sistemas de Información geográfica (SIG), y por tercera vez, profundizaremos de la discusión de los SIG y su relación con la utilidad y con la geografía.

PALABRAS CLAVE: Cartografía; Sistemas de Información Geográfica; Representación.

INTRODUÇÃO

A Geografia é a ciência que explica e analisa a organização do espaço geográfico, envolvendo seus componentes orgânicos e inorgânicos, bem como a dinâmica social que lhe apropriada. O espaço geográfico é produzido pelas sociedades através de suas relações com a natureza pela ação humana a qual converte a paisagem natural em paisagem humanizada (SANTOS, 1994). Desde os primórdios o ser humano se diferencia dos demais animais por sua habilidade de modificar a natureza. Sua capacidade teleológica (planejar e pensar com antecedência uma determinada ação, para posteriormente concretizá-la) possibilitou a produção e o domínio da técnica, o fabrico de artefatos e objetos que modificaram radicalmente o planeta terra, transformando-o em um mundo social (SANTOS, 1996).

Esse processo se iniciou com o controle do fogo e a domesticação das plantas e animais úteis à alimentação. Para tal, saber localizar seu espaço (seus recursos) sempre foi uma tarefa imperiosa, convertendo a representação cartográfica em característica presente em todas as civilizações conhecidas e estudadas (RAISZ, 1959). É da necessidade teleológica de dominar o meio selvagem, da necessidade de planejar e racionar estratégias para sobreviver, e, principalmente, da necessidade de comunicar e ensinar às gerações mais jovens as técnicas e os conhecimentos de caça, pesca, abrigo, e mesmo de ações necessárias à constituição da família e do grupo que nascem as representações do espaço geográfico. As representações nascem todas unidas, holísticas, típicas do chamado "pensamento selvagem". O pensamento selvagem, diferentemente do conhecimento científico, não separa o conhecimento e as representações em diversas instâncias ou compartimentos (LÉVI-STRAUSS, 1970).

Nesse artigo, após uma revisão acurada das etapas importantes do desenvolvimento deste conhecimento que é a cartografia como linguagem de decodificação da paisagem e do espaço geográfico, argumenta-se que o desenvolvimento cartográfico é parte de um processo maior de aprendizagem territorial. Para Rocha (2016, p. 16), “a aprendizagem social constitui [...] um processo que pode se manifestar territorialmente. Isto é, a tomada de consciência se dá por parte do ser social [...], [o qual] conscientiza-se de sua existência territorial, aprende-se por meio de mecanismos de ‘agenciamentos’ de compromissos que alimentam conjuntamente a construção territorial e a modificação da (auto) percepção e da ação dos atores”. A cartografia joga um papel chave nesse processo.

A EVOLUÇÃO DA CARTOGRAFIA

A cartografia nasce nas chamadas “pinturas rupestres”. Nasceu em conjunto com a escrita, a arte pictórica e a matemática (NOGUEIRA, 2008). Nas pinturas rupestres estão as matrizes de toda as formas de expressão, comunicação e representação do espaço (LÉVI-STRAUSS, 1970). Assim, a produção do espaço está indissociavelmente ligada à sua compreensão, e sua expressão como representação. Nem todos os povos chegaram a desenvolver a escrita, e também nem todos mostraram aptidão para os cálculos. Por outro lado, quase todos os povos conhecidos na história desenvolveram algum tipo de sistema ou representação da localização. Conforme Raisz (1959, p. 11):

La historia de los mapas es más antigua que la Historia misma, entendiéndolo por tal la documentación escrita sobre hechos pretéritos. La confección de los mapas precede a la escritura, como se deduce del hecho, comprobado por exploradores y viajeros, de que varios pueblos primitivos que no llegaron a emplear ni conocer la escritura fueron muy hábiles en el trazado de mapas. Es una observación general de los viajeros por todas las partes del mundo que, preguntando un nativo por el camino que conduzca a cierto lugar, tomará una varita y dibujará en el suelo un esquema del camino, añadiendo a veces ramitas o guijarros para señalar algún punto notable. Siempre resultan estos dibujos verdaderos mapas, aunque rudimentarios, a escala como visto el terreno desde arriba.

Deste modo, a cartografia é um dos conhecimentos básicos desenvolvidos pela humanidade para sobreviver no espaço, reproduzi-lo, modificá-lo, e adaptá-lo às suas necessidades sociais. De início cada povo possuía suas particularidades na arte e conhecimento de mapear. Os esquimós eram exímios desenhistas e seus mapas se aproximavam mesmo da perfeição, em relação à vista aérea, apesar da falta de conhecimento das projeções; os índios pré-colombianos do que viria a ser a América do Norte tinham uma boa capacidade de mapear e seus mapas serviam a seus objetivos, embora fossem rudimentares. Os aborígenes das Ilhas Marshall desenvolveram uma cartografia com talas e conchas reproduzindo com perfeição a direção das correntes marítimas. Os astecas, por sua vez, desenvolviam mapas que respeitavam os traçados, mas a alegoria pictórica era a sua maior característica; e os chineses desenvolveram uma civilização inteira com base na cartografia, havendo representações do mapa-múndi, incluindo o continente americano, já em 224 a. C. (RAISZ, 1959, p. 12-15), fato derivado de seu conhecido avanço marítimo.

O apogeu do conhecimento cartográfico, na Antiguidade Ocidental foi atingido pelos gregos, cujas técnicas cartográficas se aproximavam das modernas antes do advento das geotecnologias. Os chamados “geógrafos jônicos” foram os precursores do casamento entre cartografia, trigonometria e astronomia. Anaximandro de Mileto (611 – 546 a. C.) desenvolveu o primeiro mapa-múndi conhecido, enquanto que Hecateo, em sua obra “Geografia” desenhou um mapa da terra em forma de disco em 500 a. C. Demócrito (450 – 360 a. C.) inovou com a produção da grade de coordenadas representando a latitude e a longitude – vinte séculos antes de Descartes e seu sistema de variáveis – enquanto que Dicearco de Messina (326 – 296 a. C.), trabalhando em sua obra “Geografia da Grécia”, ao medir as dimensões das montanhas do território grego, desenvolveu estudos sobre o fenômeno da dioptria⁶ e complementou a grade de coordenadas com os primórdios dos paralelos e meridianos (RAISZ, 1959, p. 17-20).

A cartografia e a geografia grega ainda seriam complementadas pelo feito de Eratóstenes (276 – 196 a. C.), que conseguiu medir o raio da terra com cálculos trigonométricos baseados na sombra do sol em Alexandria e Siena, formando um triângulo. Em 150 a. C. Crates de Tebas produziu o primeiro globo terrestre e, nessa ocasião, seguindo princípios filosóficos, desenhou três continentes hipotéticos (Periecos, Antecos e Antípoda) que haveriam de representar o equilíbrio no globo frente ao bloco formado por Europa, Ásia e África, que, a seu ver, não poderiam estar isoladas frente a tanto mar. Curiosamente estes continentes eram, no globo, mais ou menos equivalentes a América, Austrália e Antártida respectivamente (RAISZ, 1959, p. 20-21).

No ano 19, Estrabão terminaria seu livro fundamental, “Geografia”, discutindo problemas cartográficos e revisando o conhecimento de então, e no ano 120, Marino de Tiro desenvolveu um sistema de cartas geográficas semelhante ao que usamos atualmente. Ptolomeu (90 – 168) encerrou esta Era com a produção de sua obra, “Geografia”, na qual constavam oito mil nomes de lugares conhecidos e suas características, um atlas com 28 mapas do mundo então conhecido, e seu famoso sistema planetário geocêntrico, além de um tratado de sistemas de projeções (RAISZ, 1959, p. 21-23).

A cartografia romana relegaria praticamente todo o aprendizado social e territorial dos gregos. Os romanos não estavam interessados em questões filosóficas e especulativas, e sim político-militares e jurídico-administrativas. Seus mapas eram, em geral, de grande escala, representando pequenas regiões, e, mais raramente, os domínios totais do Império Romano. Os conhecimentos gregos foram, em grande parte, esquecidos, e continuaram a ser praticados apenas pelos árabes durante a Idade Média.

⁶ Dioptria refere-se à capacidade de um meio transparente de modificar o trajeto da luz, conhecido popularmente como “grau”. Dicearco iniciou a tradição nesses estudos ao usar vidros para ter uma dimensão do relevo, que seriam melhor desenvolvidos apenas no século XVII, para o aprimoramento dos óculos e das lentes, e, curiosamente, só apresentariam relevância novamente para a Cartografia no século XX, com o advento da Fotogrametria e do Sensoriamento Remoto.

O esvaziamento cartográfico romano abriu as portas para a devastação intelectual realizada pela Igreja Romana durante a Idade Média, período em que os mapas estavam mais preocupados com a harmonia divina – com o retorno da concepção da Terra como uma superfície plana – do que com a representação da realidade. O Renascimento na Europa Ocidental, a partir do século XV, na cartografia, é o período de redescoberta da cartografia grega. A partir daí se retoma, paulatinamente, o aprendizado grego, ampliado com as novas possibilidades técnicas. Com as grandes navegações, a cartografia europeia vai se apropriar dos conhecimentos cartográficos dos outros povos. Não por acaso, as maiores escolas cartográficas deste período serão Portugal, Espanha, e, principalmente a partir do século XVI, a Inglaterra, a França e a Holanda (RAISZ, 1959, p. 23-40).

O estudo mais detalhado das projeções, o sucesso de duas delas em particular (projeção cônica de Lambert e projeção cilíndrica de Mercator), bem como a convenção entre as nações europeias das principais técnicas cartográficas, abre espaço para uma nova era (RAISZ, 1959). No século XX, a possibilidade de elaborar mapas a partir da visão de cima do relevo é ampliada através de imagens aéreas fotografadas por aviões e satélites espaciais revolucionaria a cartografia, com o advento da aerofotogrametria e do sensoriamento remoto (JOLY, 2008). As fotos aéreas foram revolucionárias, mas os impactos sofridos pela possibilidade de obtenção de imagens multiespectrais, cobrindo outras regiões do espectro eletromagnético na cartografia foram gigantescos.

A fotogrametria diz respeito às imagens retiradas de plataformas na Terra, enquanto a obtenção de imagens de sensores remotos acoplados em satélites passou a constituir o campo de conhecimento denominado Sensoriamento Remoto, chegando mesmo a haver uma dicotomia informal entre as duas áreas (BRITO; COELHO FILHO, 2007). Grosso modo, na virada do século XIX ao século XX, a imersão da fotogrametria na cartografia pode ser dividida em quatro momentos. No primeiro (fotogrametria pioneira), entre 1840 e 1900, a fotogrametria limitou-se a documentar edifícios importantes, sendo que algumas fotografias aéreas foram retiradas. O uso dos aviões como plataformas, a invenção do aparelho estéreo-comparador e o método da retificação de fotografias aéreas contribuíram para que emergisse, num segundo momento (1901–1950), a chamada fotogrametria analógica (BRITO; COELHO FILHO, 2007, p. 11-15). Os retificadores foram largamente utilizados até serem substituídos pelo par estereoscópico dos restituidores analógicos. Em paralelo, o aprimoramento das câmeras as convertia em cada vez mais específicas às necessidades da fotogrametria. Neste momento, essa área do conhecimento inicia, dentro da cartografia, seu processo de solidificação com a criação e o fortalecimento de diversas entidades (BRITO; COELHO FILHO, 2007, p. 14-20).

A invenção do computador permitiu que os cálculos matemáticos fossem realizados agora por máquinas complexas. Isto marca o terceiro período, a fotogrametria analítica (1951-1990). A criação dos restituidores analíticos para medir as coordenadas das marcas fiduciais de pontos homólogos das imagens, e o cálculo computacional em muito simplificaram o processo. Os restituidores analíticos passaram a permitir a fototriangulação de blocos de

imagens cada vez maiores e a utilização de câmeras comuns. Por fim, os anos 1990 assistem o soerguimento da fotogrametria digital. Basicamente, o trabalho pode ser iniciado através de uma imagem digital ou da digitalização matricial de uma imagem analógica, uma vez que a resolução espectral assim o permite. O restante do processamento segue o modelo anterior da fotogrametria analítica (BRITO; COELHO FILHO, 2007, p. 20-35).

Em suma, na fotogrametria analógica, o processo de análise das imagens se inicia com a entrada de uma fotografia analógica (em filme), a qual sofre um processamento analógico (óptico-mecânico), que lhe dá uma saída analógica, ou digital, possível no presente momento. A fotogrametria analítica, por sua vez, também possui entrada de fotografias analógicas, porém seu processamento é analítico (computacional); a saída se dá do mesmo modo que a analógica. E a fotogrametria digital possui entrada de imagens digitais ou digitalizadas, seu processamento persiste analítico, mas sua saída é eminentemente digital (BRITO; COELHO FILHO, 2007). O casamento da cartografia com a fotogrametria e com o sensoriamento remoto harmoniza cada vez mais as produções cartográficas. Mas conforme Joly (2008, p. 72):

Em contrapartida, a maior uniformidade dos meios, dos métodos e dos procedimentos sem dúvida acarretará menos originalidade na confecção dos futuros mapas, porém trará mais homogeneidade. Como em muitos outros casos, uma certa unificação das técnicas sacrificará progressivamente a singularidade dos produtos em benefício, esperamos, de sua eficácia.

Embora as geotecnologias estejam nas mãos de grandes corporações, é fato que a cartografia agora está ao alcance de uma quantidade muito maior de agentes “mapeadores”, e acreditamos que isso também leva parte do conhecimento da geografia a mais pessoas. Raisz (1959, p. 1) afirmava na introdução de seu livro que:

El proceso de la representación de la figura de la superficie de la Tierra consta de tres fases: el agrimensor mide el terreno, el cartógrafo reúne todos los datos obtenidos por el anterior y los traslada a un mapa; por último el geógrafo interpreta los hechos así expuestos.

Porém, Joly (2008) para quem a cartografia esteve sempre tão ligada à geografia, que seus objetivos passaram a ser, em termos de representação, também os objetivos da cartografia, possui, afinal, visão mais ampla. Segundo Joly (2008, p. 74, grifos nossos):

O espaço geográfico é, com efeito, um “sistema” complexo de equilíbrios móveis que, num lugar e num momento dados, são regulados por causas múltiplas, interdependentes e interativas, elas próprias portadoras de conseqüências (sic) para o futuro. Ele integra, assim, não apenas um certo volume, mas ainda uma certa duração sob a forma de heranças e de potencialidades. É sobre a análise e explicação desses equilíbrios que se baseia a geografia científica e, por conseqüência (sic), a *cartografia temática, que é sua expressão gráfica*. Nisso ela recebe uma grande ajuda dos meios modernos de que o cartógrafo dispõe: sensoriamento remoto, tanto aéreo como por satélite, cálculo eletrônico e cartografia computadorizada. Analisar o espaço geográfico [além de representá-lo] tornou-se, assim, o segundo grande objetivo da cartografia, no decorrer do século XX.

De igual modo que a escrita e a arte de contar mostraram-se, historicamente, habilidades de extrema importância para as mais diversas sociedades, assim também está a cartografia, adaptada, reeditada, cada vez mais específica para cada caso, mais dinâmica, e mais política. Dado que o conhecimento dos objetos e atributos do espaço serviram sempre de

trunfos do poder, o conhecimento das informações geográficas é necessário para o tratamento do corpo político da sociedade (RAFFESTIN, 1993). Contudo, no andamento da construção histórica caminhou-se para a usurpação dos atributos coletivos em prol de uma minoria que deteve a informação. Deste modo, a cartografia, assim como outras variadas formas de conhecimento e informação, foi concentrada nas mãos de uma minoria, em detrimento da maioria (LACOSTE, 1988).

Atualmente, a cartografia é uma técnica cada vez mais modelada e simbolizada, e que, por vezes, pode se fechar às necessidades sociais, a depender de quem manuseá-la. Outrora expressa livremente nas cavernas, hoje, após muitos anos de domesticação do pensamento através do sistema oficial de educação, o cidadão comum parece ter perdido o seu senso mapeador e sua própria capacidade de compreender a produção social do espaço, e a apropriação coletiva e privada dos objetos e atributos do território. Sem compreender os usos do território, torna-se inviável qualquer análise política, sociológica ou econômica.

A estratificação do conhecimento mostrou-se um fenômeno cujo combate é extremamente difícil, e, na maior parte dos casos, inviável. Contudo, em tempos donde questiona-se o uso social da ciência e a utilidade prática das elaborações e elucidações teóricas, a necessidade social da cartografia volta a se impor para a concretização da cidadania em nossa sociedade. Uma visão ampla é defendida por Nogueira (2008), para quem as perspectivas atuais são animadoras, na medida em que os comandos dos destinos e dos desígnios da educação estão cada vez mais nas mãos de professores, de cidadãos saídos do mundo comum, e não do mundo artificial da política “construída de cima para baixo”, e, neste contexto, as geotecnologias estão, cada vez mais acessíveis ao mundo da pesquisa, da educação e do cidadão comum. Para Castro et al. (2015), a cartografia temática digital, após o advento das geotecnologias constitui um meio e não um fim em si próprio, podendo ser utilizado no processo de ensino-aprendizagem da educação básica de modo coerente com as diretrizes da ciência geográfica e do ensino de geografia.

O ADVENTO DAS GEOTECNOLOGIAS

Por geotecnologias deve-se compreender o conjunto de *softwares* e *hardwares* que permitem o acesso, representação e análise da informação geográfica (doravante será nomeado de IG) incluindo os aparelhos de GPS (Sistema de Posicionamento Global, na sigla em inglês) e os programas SIG (Sistemas de Informações Geográficas). Essa nomenclatura tem sido bastante utilizada nos bastidores dos encontros e eventos de geografia, mas não figura entre os conceitos enunciados pelos autores da área. A maioria dos autores prefere o termo “geomática”. Camara et al. (2001) tornaram clássico no Brasil o termo “ciência da geoinformação”, mas parece mais lúcido concordar com o termo “ciência da informação geográfica”. Sobre este último, de acordo com Longley et. al. (2013, p. 30, grifos do autor):

O termo *ciência da informação geográfica* foi cunhado em um artigo publicado por Michael Goodchild em 1992. Nele, o autor argumenta que

essas e outras questões similares são importantes e que seu estudo constitui uma ciência própria. A ciência da informação estuda os temas fundamentais decorrentes da criação, manuseio, armazenamento e uso da informação. De modo similar, a ciência da IG deveria estudar os temas fundamentais decorrentes da informação geográfica, como uma classe bem definida da informação em geral. Outros termos têm o mesmo significado: *geomática*, *geoinformática*, *ciência da informação espacial*, *engenharia da geoinformação*. Todas sugerem uma abordagem científica para os temas fundamentais decorrentes do uso de SIG e tecnologias relacionadas, embora cada uma tenha diferentes raízes e enfatizem diferentes modos de pensar sobre problemas (especificamente geográficos, ou espaciais, enfatizando engenharia ou ciência etc.).

Outro termo comum nesse meio é a expressão geoprocessamento. Para Camara et al. (2001, p. 02) o geoprocessamento é “a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica (...)”. Os SIG – Sistemas de Informação Geográfica – complementam a revolução da fotogrametria e do sensoriamento remoto. Estes dois possibilitaram que os dados a serem mapeados estivessem disponíveis aos cartógrafos, num processo muito mais simples do que a compilação dos dados da agrimensura, conforme os métodos da cartografia tradicional. As possibilidades, tanto da cartografia topográfica, como da cartografia temática⁷ foram ampliadas. Os SIG agora permitiam, por sua vez, o mapeamento de modo mais simples e prático. Acreditamos que essa conjunção entre sensoriamento remoto e SIG mesmo resume a atual fase da cartografia.

Sobre o sensoriamento remoto, Joly (2008) afirma que ele consistia, no início, em fotografias em solo, evoluiria para as fotografias em aviões, até chegar aos satélites espaciais. Joly (2008, p. 66) define, então, o sensoriamento remoto como “o conjunto das técnicas de observação e de registro à distância das características da superfície terrestre”. Porém, conforme enunciamos anteriormente, há muita polêmica na definição de sensoriamento remoto e sua diferenciação em relação à fotogrametria. Associações importantes como a *American Society for Photogrammetry* e a *International Society for Photogrammetry* não obtiveram êxito em resolver a dicotomia – posteriormente elas acrescentaram sensoriamento remoto aos seus nomes. Thomas Lillesand, quando presidente da primeira, tentou sem êxito enunciar a diferença entre as duas áreas. A segunda, por sua vez, enunciou um conceito integrador, sem distinções claras entre os dois ramos (BRITO; COELHO FILHO, 2007, p. 13-14).

A posição mais coerente e prática é a assumida por Brito e Coelho Filho (2007), para quem a fotogrametria se tornou parte integrante de um conjunto maior que é o sensoriamento remoto. Então, a fotogrametria “é a ciência e tecnologia de se reconstruir o espaço tridimensional, ou parte do mesmo (espaço-objeto), a partir de imagens advindas da gravação

⁷ A diferenciação entre cartografia topográfica e cartografia temática também provoca debates. Sobre isto, Joly (2008, p. 75) afirma que “a expressão cartografia temática levantou, a seu tempo, uma polêmica bastante vã. Fez-se notar, com propriedade, que todo mapa, qualquer que seja ele, ilustra uma tema, que a cartografia topográfica não escapa à regra e que, portanto, é abusivo querer opor ou mesmo distinguir uma cartografia temática de uma outra que não o seja. Mesmo assim, pode-se deduzir que entre cartografia topográfica e cartografia temática existe um certo número de diferenças significativas. Por exemplo, o assunto tratado, estritamente descritivo e geométrico no primeiro caso, é analítico e eventualmente explicativo no segundo. Os procedimentos de levantamento, de redação e difusão dos mapas não são os mesmos; nem a formação dos cartógrafos deles encarregados; tampouco os meios utilizados para realizá-los (...)”

de padrões de ondas eletromagnéticas (espaço-imagem), sem contato físico direto entre o sensor e o objeto ou alvo de interesse” (BRITO; COELHO FILHO, 2007, p. 16), enquanto que o sensoriamento remoto pode ser “grosso modo definido como ciência e tecnologia de aquisição de informação sobre um objeto sem contato direto entre este e o sensor” (BRITO; COELHO FILHO, 2007, p. 15).

Contudo, por tratar-se de uma técnica e um corpo de conhecimentos de interesse de variadas ciências, este campo possui vários modos de entendimento a seu respeito. Novo (2008, p.1) discorda da conceituação de sensoriamento remoto emitida por Elachi (1987), para quem este seria “a aquisição de informação sobre um objeto sem que se entre em contato físico com ele”, por achá-lo demasiado amplo, já que mesmo a audição e a visão nos permitem adquirir informações sem contato físico com os objetos. Faz-se necessário, para Novo (2008), restringir ainda mais o termo.

Após mostrar que a tecnologia do sensoriamento remoto passou a ser utilizada pelas sondas espaciais em outros planetas, Novo (2008, p. 3) esclarece que o campo de conhecimento interdisciplinar, batizado de “sensoriamento remoto” está restrito às análises da superfície terrestre, para, em seguida, discordar da conceituação de Schowengerdt (1997), taxando-a de restrita demais. Schowengerdt (1997) definiu sensoriamento remoto como “a obtenção de medidas de propriedades de objetos da superfície terrestre a partir do uso de aviões e satélites”. Mas, para Novo (2008), esquece o uso dos espectrômetros de campo, elementos fundamentais às atividades do sensoriamento remoto.

A conceituação de sensoriamento remoto de Joly (2008), citada linhas atrás, não é comentada por Novo (2008), mas provavelmente também não a satisfaria já que, a seu ver sensoriamento remoto “é a utilização conjunta de diversos equipamentos, com o objetivo de estudar fenômenos e processos terrestres a partir do estudo de radiações eletromagnéticas” (NOVO, 2008, p. 4). Esta autora concorda, contudo, com Brito e Coelho Filho (2007) acerca da origem controversa do sensoriamento remoto ligado à fotogrametria. A primeira fotografia de que se têm dados foi obtida na França por Daguerre e Niepce em 1839 e um ano depois seu uso já era recomendado para levantamentos topográficos. A fotogrametria e a fotointerpretação são então as raízes matrizes do Sensoriamento Remoto (NOVO, 2008).

A cartografia brasileira, contudo, vai ser tributária das fotos aéreas. O aperfeiçoamento dos sistemas fotográficos, em paralelo com o desenvolvimento da aviação, converteu-se em mola propulsora do uso de fotografia aérea para fins militares, notadamente na Primeira Guerra Mundial. Ao fim desta os avanços foram canalizados, em parte, para a cartografia de pequena escala. Algum tempo depois, após a invasão da Polônia pelas tropas nazistas, as autoridades estadunidenses consideraram importantes aos seus planos geopolíticos o mapeamento de áreas ainda inexploradas do continente americano e redondezas – como a Amazônia, o Ártico e a Antártica. Daí surge o primeiro levantamento aerofotogramétrico do Brasil, realizado pela Força Aérea dos Estados Unidos (USAF), com autorização do Governo Vargas, entre os anos

de 1942 e 1943, como um dos resultados concretos da criação do primeiro esquadrão fotográfico do mundo, nos EUA em 1940 (NOVO, 2008).

Este levantamento foi utilizado pelo Conselho Nacional de Geografia (que se fundiria ao Conselho Nacional Estatística para formar o IBGE) para compilação de cartas na escala 1:1.000.000. A análise e o mapeamento do comportamento de objetos na região do infravermelho também resultaram diretamente dos esforços voltados à guerra. Após a Segunda Guerra Mundial, esta tecnologia caiu em mãos civis, pelo menos nos países desenvolvidos. No Brasil, datam de 1958 as primeiras fotografias aéreas na escala 1:25.000 obtidas a fim de levantar as características da Bacia Terciária do Rio Paraíba, que resultou na retificação de seu médio curso entre Jacareí e Cachoeira Paulista, e com a construção do reservatório hidrelétrico de Paraibuna (NOVO, 2008, p. 6).

O termo sensoriamento remoto aparece pela primeira vez na literatura científica em 1960 e significava simplesmente aquisição de informações de objetos sem contato físico. Embora o conhecimento da radiação das micro-ondas datasse do início do século XX e já houvesse sistemas de radar do tipo em operação na Segunda Guerra Mundial, o uso dos sensores remotos só tornou-se operacionalmente viável nos anos 1960. O sensoriamento Remoto constitui-se então como um campo de conhecimento interdisciplinar extremamente complexo, englobando interesses de muitas ciências puras e aplicadas. O Sensoriamento Remoto, no entender de Novo (2008), pode ser considerado convergência entre duas linhas de pesquisa. De um lado, a aerofotogrametria e a fotointerpretação, e de outro, a pesquisa espacial e os avanços tecnológicos por ela induzidos.

O outro grande componente deste universo são os já citados SIG, os Sistemas de Informação Geográfica, por sua versatilidade e multivariadas. Longley et al. (2013) ao responder a pergunta “por que os SIG são importantes?”, enumeram diversos problemas que envolvem a dimensão propriamente geográfica da vida social. Desde a gestão de hospitais ou escolas, passando por empresas de entregas de produtos ou serviços de correios, autoridades do setor de transportes, consultores e planejadores demográficos, urbanos ou agrários, órgãos de gestão e planejamento de parques e reservas ambientais, empresas privadas interessadas em instalar novas sedes para suas lojas, fábricas etc. até turistas à procura de rotas, hotéis e pontos turísticos. Tudo envolve a dimensão do espaço geográfico modelado e normatizado pela sociedade. E para Longley et al. (2013), os SIG chegam mesmo a representar uma nova era do conhecimento geográfico. Numa primeira aproximação do assunto, Longley et al. (2013, p. 4) afirmam que:

Os sistemas de informação geográfica (SIG) são uma classe especial de sistemas de informação que controlam não apenas eventos, atividades e coisas, mas também onde esses eventos, atividades e coisas acontecem ou existem. Quase tudo o que acontece, acontece em algum lugar. Saber o local onde algo acontece pode ser fundamental. Como a localização é tão importante, ela é uma das várias questões a serem resolvidas pela sociedade. Alguns desses problemas são tão rotineiros que nos passam despercebidos – a questão diária do caminho a tomar para ir e voltar ao trabalho, por exemplo. Outras são ocorrências extraordinárias e requerem

respostas rápidas, organizadas e coordenadas de um amplo conjunto de indivíduos e órgãos – tal como os eventos de 29 de agosto de 2005 em New Orleans (...).

Enfatizado a importância do caráter espacial na sociedade, Longley et al. (2013) vem explicando, ao longo de seu livro, o porquê dos SIG virem se popularizando rapidamente em amplos setores da academia, do mundo dos negócios, de órgãos de planejamento e gestão, e de indivíduos comuns, principalmente a partir da liberação dos globos virtuais da Google e da Microsoft. Nogueira (2008, p. 95), por sua vez, dá uma definição pragmática afirmando que “o SIG é uma ferramenta que oferece a possibilidade de integrar os dados de diferentes fontes e tipos, assim como a sua manipulação”.

Já para Camara et al. (2001, p. 2), numa definição mais técnica, o SIG é composto de “ferramentas computacionais para o geoprocessamento (...), [que] permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados geo-referenciados (sic). Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos”. Mas para Longley et al. (2013) é importante destacar dimensão do espaço que será a base do banco de dados. Longley et al. (2013, p. 11, grifos dos autores) advertem que:

O adjetivo *geográfico* refere-se à superfície da Terra e ao que está próximo da superfície, e define o objetivo desse livro, embora outros termos tenham significado similar. *Espacial* refere-se a qualquer espaço, não apenas ao espaço da superfície da Terra; esse termo é usado frequentemente no livro, quase sempre com o mesmo significado de *geográfico*. Contudo, muitos dos métodos usados em SIG também são aplicáveis a outros espaços não geográficos, incluindo a superfície de outros planetas, o espaço do cosmos e o espaço do corpo humano capturado por imagens médicas. Técnicas de SIG têm sido aplicadas à análise de sequências de genomas de DNA. Assim, a discussão nesse livro é de *análise espacial*, não de *análise geográfica*, para enfatizar sua versatilidade. Outro termo que tem tido uso crescente nos últimos anos é *geoespacial* – como um subconjunto de espacial aplicado especificamente à superfície da Terra e as suas proximidades. (...) Neste livro procuramos evitar esse termo, preferindo o termo geográfico, e usando o termo espacial onde necessitamos enfatizar um caráter geral.

Por outro lado, para Longley et al. (2013), o conjunto de conhecimentos envolvendo os SIG não podem mais ser considerados somente uma técnica, nem mesmo o nome SIG parece mais interessante atualmente, em sua visão, pois que sistema de informação dá a ideia de que trata-se de um conjunto de regras de como operar determinado software de computador, quando na realidade tratam-se de novos olhares sobre os estudos geográficos. Eles chegam a propor que em vez de sistema, a sigla fosse ressignificada para “estudos sobre a informação geográfica”, ou usando o termo de Goodchild, um dos autores, “ciência da informação geográfica”. No caso, a sigla, em inglês, permaneceria inalterada.

Isto porque, acreditam os autores, os SIG iniciaram um novo modo de lidar com o conhecimento. No universo SIG se trabalha com mais frequência com dados, e com a informação (dados brutos trabalhados, ou seja, organizados e classificados). Esse é o limite do computador, mas não do pesquisador, dizem Longley et al. (2013). O resultado de análises SIG de vários conjuntos de dados e cenários pode levar o pesquisador a uma evidência. E neste nível pode-se partir para soluções concretas de problemas complexos. A partir daí o cientista

da IG pode chegar ao conhecimento, que implica na interpretação pessoal baseada no conjunto de evidências mais a experiência do pesquisador na área, e, em casos mais raros, ao que eles chamaram de sabedoria, a máxima expertise na área. Neste contexto, sintetizam Longley et al. (2013, p. 13):

Sistemas de informação geográfica são sistemas computacionais feitos para armazenar e processar informação geográfica. Eles são ferramentas que melhoram a eficiência e efetividade do tratamento da informação de aspectos e eventos geográficos. Eles podem ser usados para muitas outras tarefas úteis, como armazenar grandes quantidades de informação geográfica em bancos de dados, realizar operações analíticas numa fração de tempo necessária para fazê-lo manualmente e automatizar o processo de confecção de mapas úteis. Sistemas de informação geográfica também processam informação, mas há limites ao tipo de processamento e prática que podem ser automatizados na transformação de dados em informação. Além disso, está mais que no domínio da evidência, do conhecimento e da sabedoria avaliar se a seletividade e a preparação a um dado propósito agregam algum valor, ou se os resultados agregam discernimento à interpretação das aplicações geográficas.

E, completam os autores, como as demais ciências, a ciência da IG possui um objeto e um método. O objeto é a própria IG, mas quanto ao método, algo obviamente ainda não acordado entre os diversos especialistas, advindos de diversas aéreas, e não somente da geografia, ele deve, no entendimento de Longley et al. (2013), garantir a transparência de premissas e metodologias para que outros cientistas e pesquisadores da IG possam entender como o conhecimento prévio foi descoberto, e como eles podem contribuir com ele, de modo que qualquer cientista possa reproduzir os resultados da análise prévia. Deve haver objetividade, através de uma perspectiva individual e independente, a qual evite tendenciosidades pessoais; e os métodos de avaliação devem utilizar a análise (validação interna) ou outra fonte de informação (validação externa).

É importante também, no concernente à IG, entender que ela se refere aos fenômenos geográficos, o que inclui informações tanto de como o mundo parece, ou seja, sobre suas formas, como de como ele funciona, ou seja, de seus processos. Alguns desses processos são de origem natural e estão incorporados à concepção de planeta, enquanto que outros são de ordem humana. Ocorre que, pensam Longley et al. (2013), esses dois tipos de informação diferem radicalmente quanto à generalidade. Dizem Longley et al. (2013, p. 14, grifos dos autores):

A forma varia geograficamente e a superfície da Terra é muito distinta em diferentes lugares (...). Ainda assim, os processos podem ser bem gerais. O modo como a combustão fóssil afeta a atmosfera é essencialmente o mesmo na China ou na Europa, embora as duas paisagens sejam distintas. A ciência sempre valoriza mais o conhecimento geral que o específico e, portanto, tem valorizado mais o conhecimento dos processos do que o conhecimento das formas. Os geógrafos, em particular, têm testemunhado um debate que já dura séculos sobre a *geografia ideográfica*, focada na descrição das formas e enfática na peculiaridade dos lugares, e a *geografia nomotética*, que busca descobrir processos gerais. Ambas são essenciais, obviamente, pois o conhecimento geral dos processos é útil para resolver problemas específicos apenas se ele foi capaz de ser efetivamente combinado com o conhecimento da forma. Por exemplo, apenas podemos avaliar o risco de desmoronamento junto a rodovias na Nova Gales do Sul, Reino Unido, se conhecermos tanto a forma com que a estabilidade de uma encosta é impactada por fatores como

características superficiais rasas e porosidade, quanto o local onde se encontram as encostas em risco.

Aqui se concorda com os autores que um dos maiores méritos do SIG, então, é que ele é uma ferramenta de resolução de problemas com capacidade de combinar o geral com o específico, embora nesse texto ora lido não se atreva a uma afirmação arbitrária, como o fazem os autores, que “um SIG resolve o antigo debate entre os campos nomotéticos e ideográficos da geografia, acomodando a ambos” (LONGLEY et al., 2013, p. 15). Em outra frente de debate, Camara et al. (2001), acreditam que o geoprocessamento – como eles nomeiam – não tem por que se limitar ao paradigma de uma geografia quantitativa. Os autores chegam a discutir a pertinência de pensar como a cartografia e geoprocessamento podem lidar com conceitos e concepções advindas da chamada geografia crítica e, neste íterim, travam um diálogo com autores como David Harvey, Manuel Castells e Milton Santos. Analisando os conceitos das dualidades forma-função e estrutura-processo de Milton Santos, naquele contexto, Camara et al. (2001, p. 132), acreditavam que eles

Apontam para deficiências estruturais de todas os sistemas de informação, no atual estágio do conhecimento. Para remover estes limites, será preciso avançar muito na direção de técnicas de Representação do Conhecimento e Inteligência Artificial, o que leva a considerações mais genéricas (e fora do escopo deste artigo) sobre as próprias limitações do computador enquanto tecnologia de processamento da informação.

Já considerando a possibilidade de representar geografia das redes de Manuel Castells e a compressão espaço-tempo de David Harvey, os autores (2001, p.133) comentam que:

Os desafios para a Ciência da Informação Espacial são aqui consideráveis. Em especial, trata-se de combinar os modelos de interação espacial (que determinam os fluxos), com modelos de escala local (representados, por exemplo, por autômatos celulares). Esta combinação requer a capacidade de propor modelos matemáticos abstratos e de estabelecer relações causais entre fluxos e efeitos locais, problemas ainda não abordados na literatura.

E, por fim, acerca, da conceituação do espaço enquanto “um conjunto indissociável de sistemas de ações e sistemas de objetos” de Milton Santos, Camara et al. (2001, p. 135) argumentam que:

Em resumo, o conceito de Milton Santos de “espaço como sistemas de objetos e sistemas de ações” caracteriza um mundo em permanente transformação, com interações complexas entre seus componentes. Santos apresenta uma visão geral, que admite diferentes leituras e distintos processos de redução, necessários à captura desta definição abstrata num ambiente computacional. Não obstante, a riqueza inerente a este conceito está em deslocar a ênfase da análise do espaço, da representação cartográfica para a dimensão da representação do conhecimento geográfico. Afinal, como diz o próprio Milton Santos, “geometrias não são geografias”.

Nisso eles contrastam bastante com a visão puramente otimista de Longley et al. (2013), mas nos parece coerente sua última ressalva de que:

Neste sentido, é fundamental distinguir entre as capacidades da atual geração de GIS e as limitações inerentes a qualquer representação computacional do espaço geográfico. Assim, apesar de ser essencialmente infatível capturar, num ambiente de geoinformação, todas as dimensões dos conceitos como “sistemas de objetos e sistemas de ações”, é importante buscar técnicas que permitam aproximar dimensões parciais desta visão.

Para tanto, será necessário utilizar abordagens quantitativas, baseadas em técnicas como Sistemas Dinâmicos, Ontologias e Representação de Conhecimento, sem perder de vista que estes modelos serão sempre aproximações reducionistas da realidade geográfica (CAMARA et al., 2001, p.137).

Reconhecer esta limitação dos SIG, e da ciência, em última instância, não implica em desvalorizar o uso dos SIG e das geotecnologias, em geral, para revelar o que de outro modo permanece invisível na IG. Especificamente sobre os SIG segue uma breve história.

OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA – SIG

As primeiras tentativas de automatizar parte do processamento com características espaciais ocorreram, segundo Camara et al. (2001, p. 3), na Inglaterra (pesquisas botânicas) e nos EUA (pesquisas de tráfego) nos anos 1950. O primeiro SIG, contudo, só surge nos anos 1960, no Canadá. Trata-se do CGIS, o Sistema de Informação Geográfica do Canadá, desenvolvido no Inventário de Terras do Canadá que foi, basicamente, um esforço do governo canadense para identificar os recursos naturais da nação e seus usos potenciais, sendo que os resultados mais úteis foram medidos em área. O CGIS foi planejado como uma ferramenta de mensuração para produzir informação tabular, mas ao lidar com áreas e arquivos que representavam áreas adveio a ideia posterior de mapear os dados. O projeto foi liderado pelo professor Roger Tolimson (LONGLEY et al., 2013, p. 17).

Os computadores e a mão-de-obra eram muito caros, e não havia soluções comerciais prontas para a demanda. Nos anos 1970 são desenvolvidos novos recursos de *hardware* tornando viáveis projetos comerciais com SIG (expressão cunhada nesta década). Além disso, foram desenvolvidos, nesta década, fundamentos matemáticos voltados para a cartografia (CAMARA et al., 2001, p. 4). Na década de 1980 com o barateamento dos *hardwares* e *softwares*, e com os avanços gerais da informática os SIG aumentaram soberbamente suas funções e seu uso nas organizações. Estes *softwares* se beneficiam dos avanços da microinformática e do estabelecimento de centros de estudo sobre geoprocessamento (NOGUEIRA, 2008, p. 94). Passada já a década de 1990 era possível observar um grande crescimento do ritmo de penetração dos SIG nas organizações, e o engrandecimento das empresas que produziam estes produtos (CAMARA et al., 2001, p. 4).

Nos anos 2000 há uma verdadeira explosão do uso dos SIG com três fenômenos em particular popularizando-os bruscamente: os *downloads* disponibilizados por instituições oficiais de dados vetoriais, a proliferação de softwares livres e a conseqüente criação de redes de colaboração na construção de SIG livres, e, indubitavelmente, o lançamento, em 2006, do Google Earth, uma aplicação de SIG 3D disponível na *web*. Houve 150 milhões de *downloads* nos primeiros doze meses, seguido do lançamento do Virtual Earth da Microsoft (LONGLEY et al., 2013, p. 21). Os autores não comentam, mas é interessante questionar se a pirataria dos softwares proprietários não deveria estar incluída entre estes fatores.

A gênese do desenvolvimento da ciência da IG no Brasil é creditada ao professor Jorge Xavier da Silva, do Departamento de Geografia da UFRJ. A vinda ao Brasil do criador do primeiro SIG, o canadense Dr. Roger Tomlinson, incentivou o aparecimento de outros interessados. Além do Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geografia da UFRJ, que desenvolveu o SAGA (Sistema de Análise Geo-Ambiental), os autores citam as contribuições de MaxiDATA, CPqD/TELEBRAS e INPE (CAMARA et al., 2001, p. 4).

Quanto à sua caracterização frente a outros softwares que produzem desenhos, como os CAD, para Nogueira (2008, p. 93-94), basicamente, os CAD, embora tenham servido de base para os primeiros sistemas de cartografia automatizada, não estão voltados necessariamente para o tratamento da análise espacial ou geográfica; diferente dos SIG, que possuem amplos meios de análise de polígonos. Contudo, há alguns SIG baseados em *softwares* CAD, como o Auto CAD map. Quanto à sua constituição, o SIG possui quatro partes técnicas: a rede, o hardware, o software e os dados, que funcionam conjuntamente com referência às pessoas e aos procedimentos (LONGLEY et al., 2013, p. 22-26).

Conforme Camara et al. (2001, p. 42), o termo SIG é “aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial”. Assim eles oferecem ao usuário uma visão inédita de seu ambiente de trabalho, em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão ao seu alcance, interrelacionadas com base no que lhes é fundamentalmente comum: o espaço geográfico. Para tal, a geometria e os atributos dos dados num SIG devem estar georreferenciados, isto é, “localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica” (CAMARA et al., 2001, p. 43). Este é o requisito básico que diferencia um SIG de um simples CAD, armazenar a geometria dos objetos geográficos e de seus atributos (NOGUEIRA, 2008, p. 94; LONGLEY et al., 2013, p. 184). Para cada objeto geográfico, o SIG armazena os atributos em uma tabela, e com tais pode-se realizar representações gráficas associadas.

De acordo com Camara et al. (2001, p. 44), devido a sua ampla gama de aplicações, há pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG: a) como ferramenta para produção de mapas; b) como suporte para análise espacial de fenômenos; e, c) como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial. Longley et al. (2013, p. 184) apontam que a arquitetura do SIG possui basicamente três camadas: i) a apresentação, donde se produz a interface com o usuário; ii) a lógica dos negócios, onde estão as ferramentas; e, iii) o servidor dos dados, que faz o gerenciamento dos dados.

Em um típico “projeto” individual, como se costuma trabalhar no caso das pesquisas nas universidades, o que há é simplesmente o usuário trabalhando a IG com o *software*. Nesse caso o usuário está em contato com a interface, a primeira camada, que trabalha com as ferramentas da segunda camada para manusear os dados, na terceira camada. Tudo em um único sentido dos dados ao usuário. Mas há outros modelos apontados, como o

“departamento”, onde um mesmo banco de dados vai ser trabalhados por diferentes usuários em interfaces diversas, ou o modelo mais complexo, “empresa”, onde há também diversos gerenciadores de dados e diversas ferramentas, conforme ilustra a figura 01.

Figura 1: Fluxograma da arquitetura clássica de um SIG em três camadas segundo Longley et al. (2013).



Fonte: LONGLEY et al., 2013, p. 184.

Numa visão mais abrangente, Camara et al. (2001, p. 43) indicam que um SIG possui como componentes: a) a interface com usuário; b) a entrada e integração de dados; c) as funções de consulta e análise espacial; d) a visualização e plotagem; e, e) o armazenamento e recuperação de dados. Estes componentes, para os autores, se relacionam de forma hierárquica. No nível mais próximo ao usuário, a interface homem-máquina define como o sistema é operado e controlado. No nível intermediário, um SIG deve ter mecanismos de processamento de dados espaciais. No nível mais interno do sistema, um sistema de gerência de Bancos de Dados Geográficos (BDG) oferece armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos. A versatilidade dos fenômenos geográficos também pode ser representada através de três formas geométricas: *ponto* (x, y), *linha* ($x_1, y_1; x_2, y_2; x_3, y_3...$) e *polígono* ($x_1, y_1; x_2, y_2; x_3, y_3; x_4, y_4...x_1, y_1$), conforme a figura 2:

Figura 2: As três formas geométricas de representação dos fenômenos geográficos



Elaboração: CASTRO, Carlos, 2016.

As linhas são as mais indicadas quando se trabalha com redes, como os logradouros urbanos.

Figura 3: Uso das três formas geométricas em um croqui.



Elaboração: CASTRO, Carlos, 2016.

Assim, a cartografia mantém suas leis herdadas do legado clássico e renascentista, mas agora possui uma plataforma de aplicação que viabiliza a manutenção de um banco de dados espaciais, bem como a elaboração mais detalha, mais precisa e mais veloz de produtos cartográficos. Evidentemente, no que tange à geografia, essas ferramentas são de fundamental importância para a análise e a síntese do discurso geográfico. Entrementes, a grande novidade dos Sistemas de Informação Geográfica é sua acessibilidade, possibilitando um amplo compartilhamento do conhecimento e dos produtos cartográficos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse artigo abordou a questão da representação cartográfica dos dados e informação geográfica – ressaltando a importância metodológica de seu uso nos trabalhos de investigação dos fenômenos geográficos, e os recursos analíticos que a cartografia em pode possibilitar à geografia – discutindo a importância da cartografia para a geografia e para a sociedade, em geral, apontando os principais marcos na sua construção histórica. Trata-se, é verdade, de uma revisão dos passos caminhados como subsídio para posterior discussão.

Foram abordados os aspectos mais relevantes do universo das geotecnologias, com destaque para os SIG, os Sistemas de Informação Geográfica. O conhecimento cartográfico é uma característica presente em todas as civilizações. Com o advento tecnológico há uma

tendência à homogeneidade das técnicas visando ao aprimoramento qualitativo. As novas plataformas, disponibilizadas na *web* possibilitam um acesso em grande escala aos produtos cartográficos e convertem mais cidadãos em potenciais agentes mapeadores. Por outro lado, persiste a questão da privação do conhecimento acumulado por parte das grandes companhias que detêm as patentes dos modernos *softwares* de manuseio da informação geográfica. À Geografia, a contribuição cartográfica torna-se ainda mais relevante dada à variabilidade de formas de análise e representação dos dados e da informação geográfica, potencializando o discurso analítico desta ciência. A revisão histórica da Cartografia é, paralelamente, portanto, uma revisão da aplicação do conhecimento geográfico.

A cartografia tem um papel preponderante na ciência geográfica, e por meio de suas representações também marca os materiais que são divulgados nessa ciência e seus correlatos, e mais ainda para o ensino de geografia, sobretudo nos livros didáticos, como foi exposto por Sombra et al. (2015). Espera-se, contudo que a premissa defendida por Joly (2008) de que a modernização da cartografia traz homogeneidade e precisão em detrimento da diversidade não se torne determinante absoluta. Cartografar é um processo de aprendizagem territorial, acima de tudo, portanto, um processo de interpretação, codificação. Uma comunicação e uma relação social, antes que uma produção mecânica em massa. Não é à toa que o debate da cartografia social, e mais especificamente, da cartografia participativa tem se imposto como demandas sociais (SILVA; VERBICARO, 2016). Em última instância, as geotecnologias ampliaram a capacidade da cartografia como objeto intermediário, tal como defendem Piraux et al. (2017), mas em nenhum momento anula a dimensão da cartografia como um processo de aprendizagem territorial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRITO, J. L. N. S.; COELHO FILHO, L. C. T. **Fotogrametria digital**. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2007.
- CAMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001.
- CASTRO, C. J. N.; SOARES, D. A. S.; QUARESMA, M. J. N. Cartografia e ensino de geografia: o uso de mapas temáticos e o processo de ensino-aprendizagem na educação básica. In: **Boletim Amazônico de Geografia**, Belém (PA), v. 2, n. 3, p. 41-57, jan./jun. 2015.
- ELACHI, C. **Introduction to the physics and techniques of remote sensing**. New York: Wiley, 1987.
- JOLY, F. **A cartografia**. 11ª Ed. Campinas: Papyrus, 2008.
- LACOSTE, Y. **A geografia – isso serve em primeiro lugar para fazer a guerra**. 3ª Ed. Campinas: Papyrus, 1989.

- LÉVI-STRAUSS, C. **O pensamento selvagem**. São Paulo: EDUSP, 1970
- LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. **Sistemas e ciência da informação geográfica**. 3ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- NOGUEIRA, R. **Cartografia**: representação, comunicação e visualização de dados espaciais. 2ª Ed. Florianópolis: EDUFSC, 2008.
- NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto**: princípios e aplicações. 3ª Ed. São Paulo: Blucher, 2008.
- PIRAUX, M.; SOMBRA, D.; SIMÕES, A. A diversidade socioespacial do território do Baixo Tocantins e impactos na agricultura familiar. In: SIMÕES, A.; BENASSULY, M. **Na várzea e na terra firme**: transformações socioambientais e reinvenções camponesas. Belém: NUMA/UFPA, 2017, p. 77-114.
- RAFFESTIN, C. **Por uma geografia do poder**. São Paulo: Ática, 1993
- RAISZ, E. **Cartografía general**. 2ª Ed. Barcelona: Ediciones Omega, 1959.
- ROCHA, G. M. Aprendizagem territorial. In: ROCHA, G. M.; TEISSERENC, P.; VASCONCELLOS SOBRINHO, M. (Org.). **Aprendizagem territorial**: dinâmicas territoriais, participação social e ação local na Amazônia. Belém: NUMA/UFPA, 2016, p. 9-24.
- SANTOS, M. **Metamorfoses do espaço habitado**: fundamentos teóricos e metodológicos da geografia. 3ª Ed. São Paulo: Hucitec, 1994.
- SANTOS, M. **Técnica, espaço, tempo**: globalização e meio técnico-científico informacional. 2ª Ed. São Paulo: Hucitec, 1996.
- SCHOWENGERDT, R. **Remote sensing models and methods for image processing**. London: Academic Press, 1997.
- SILVA, C. N.; VERBICARO, C. O mapeamento participativo como metodologia de análise do território. In: **Revista Scientia Plena**, Aracaju (SE), v. 12, n. 6, 2016, p. 1-12.
- SOMBRA, D.; QUARESMA, M.; CASTRO, C. Concepções de geografia no livro didático: estudo de caso da coleção perspectiva (6º-9º anos). In: **Revista Okara – Geografia em debate**, João Pessoa (PB), v. 9, n. 1, p. 144-168, 2015.