



# CARTOGRAFIA EM RECORTES

Sanmy Silveira Lima



# **Cartografia em recortes**



Todo o conteúdo apresentado neste livro é de  
responsabilidade do(s) autor(es).  
Esta obra está licenciada com uma Licença  
Creative Commons Atribuição-SemDerivações  
4.0 Internacional.

## Conselho Editorial

Prof. Dr. Ednilson Sergio Ramalho de Souza - UFOPA  
(Editor-Chefe)  
Prof. Dr. Laecio Nobre de Macedo-UFMA  
Prof. Dr. Aldrin Vianna de Santana-UNIFAP  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Raquel Silvano Almeida-Unespar  
Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa-UFMA  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ilka Kassandra Pereira Belfort-Faculdade Laboro  
Prof<sup>a</sup>. Dr. Renata Cristina Lopes Andrade-FURG  
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves-IFF  
Prof. Dr. Clézio dos Santos-UFRRJ  
Prof. Dr. Rodrigo Luiz Fabri-UFJF  
Prof. Dr. Manoel dos Santos Costa-IEMA  
Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Isabella Macário Ferro Cavalcanti-UFPE  
Prof. Dr. Rodolfo Maduro Almeida-UFOPA  
Prof. Dr. Deivid Alex dos Santos-Uel  
Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Maria de Fatima Vilhena da Silva-UFPA  
Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Dayse Marinho Martins-IEMA  
Prof. Dr. Daniel Tarciso Martins Pereira-UFAM  
Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Elane da Silva Barbosa-UERN  
Prof. Dr. Piter Anderson Severino de Jesus-Université Aix Marseille

Nossa missão é a difusão do conhecimento gerado no âmbito acadêmico por meio da organização e da publicação de livros científicos de fácil acesso, de baixo custo financeiro e de alta qualidade!

Nossa inspiração é acreditar que a ampla divulgação do conhecimento científico pode mudar para melhor o mundo em que vivemos!

*Equipe RFB Editora*

Sanmy Silveira Lima

# Cartografia em recortes

1ª Edição

Belém-PA  
RFB Editora  
2023

© 2023 Edição brasileira  
by RFB Editora  
© 2023 Texto  
by Autor  
Todos os direitos reservados

RFB Editora  
CNPJ: 39.242.488/0001-07  
www.rfbeditora.com  
adm@rfbeditora.com  
91 98885-7730  
Belém, Pará, Brasil

**Editor-Chefe**  
Prof. Dr. Ednilson Souza  
**Diagramação e capa**  
Worges Editoração  
**Revisão de texto**  
André Luiz Cavanha

**Bibliotecária**  
Janaina Karina Alves Trigo  
Ramos-CRB-8/009166  
**Produtor editorial**  
Nazareno Da Luz

**Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)**



C328

Cartografia em recortes / Sanmy Silveira Lima. – Belém: RFB, 2023.

Livro em PDF

ISBN 978-65-5889-671-5

DOI 10.46898/rfb.388c453b-bf0e-4042-a41e-518eb1818f2a

1. Um breve histórico da cartografia. I. Lima, Sanmy Silveira. II. Título.

CDD 912

Índice para catálogo sistemático

I. Atlas, mapas, cartas e plantas.

*Aos meus pais, Liete e Josivaldo, e à minha irmã, Solyane, que sempre me apoiaram ao longo dessa jornada.*



# SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	9
CAPÍTULO 1	
UM BREVE HISTÓRICO DA CARTOGRAFIA .....	13
CAPÍTULO 2	
A REPRESENTAÇÃO DA TERRA.....	27
CAPÍTULO 3	
OS CAMPOS DE ATUAÇÃO DA CARTOGRAFIA.....	31
CAPÍTULO 4	
A COMUNICAÇÃO CARTOGRÁFICA E A INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E CARTOGRÁFICA .....	37
CAPÍTULO 5	
BASES CARTOGRÁFICAS: DESAFIOS E POSSIBILIDADES.....	45
CAPÍTULO 6	
SISTEMAS DE PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA.....	59
CAPÍTULO 7	
O SENSORIAMENTO REMOTO, O GEOPROCESSAMENTO E A CARTOGRAFIA DIGITAL .....	71
CAPÍTULO 8	
A MODELIZAÇÃO GEOGRÁFICA E O PLANEJAMENTO TERRITORIAL.....	89
CAPÍTULO 9	
O PODER E A IDEOLOGIA INSERIDOS NA CARTOGRAFIA..	103
CAPÍTULO 10	
UM BREVE RELATO SOBRE A CARTOGRAFIA GEOGRÁFICA CRÍTICA .....	113
CAPÍTULO 11	
A CARTOGRAFIA SOCIAL E O MAPEAMENTO PARTICIPATIVO .....	119
CAPÍTULO 12	
A CARTOGRAFIA E AS LUTAS SOCIAIS E ÉTNICAS .....	129
REFERÊNCIAS .....	138
ÍNDICE REMISSIVO.....	146



# APRESENTAÇÃO

A ciência cartográfica, nas últimas décadas, apresentou um desenvolvimento exponencial com o uso da computação.

A disseminação das geotecnologias possibilitou uma nova fronteira do conhecimento, retirando a cartografia dos muros acadêmicos e a inserindo em novos contextos e em novas lutas. A internet é um propulsor para a disseminação dos dados cartográficos e para a aproximação da sociedade à essa ciência.

O processo de popularização da cartografia é um passo importante, pois desmitifica essa ciência à medida que ela ganha uma nova dimensão dentro da sociedade contemporânea. Na atualidade, os mapas fazem parte do cotidiano das pessoas divulgando e disseminando informações. Entretanto a falta de conhecimentos básicos sobre a cartografia pode gerar uma documentação de baixa qualidade, influenciando a cognição do usuário final e interferindo na comunicação cartográfica.

*Cartografia em recortes* aborda de forma simplificada os principais pontos referentes ao conhecimento cartográfico, além de trazer uma importante reflexão sobre o poder dos mapas na sociedade. O livro é dividido em duas partes: a primeira trata dos pontos referentes ao conceito da cartografia, a divisão da ciência cartográfica, as bases cartográficas e ao uso das geotecnologias na construção do conhecimento cartográfico; a segunda trata do poder e ideologia que os mapas carregam consigo, bem como um aprofundamento sobre a cartográfica social, o mapeamento participativo e as lutas sociais e étnicas travadas por meio da cartografia no reconhecimento territorial de comunidades étnico-tradicionais.

O primeiro capítulo apresenta o conceito de cartografia e contextualiza a história dessa ciência ao longo dos séculos, desde a

pré-história até os dias atuais. O texto exemplifica como a cartografia evoluiu junto com as necessidades da humanidade em conhecer e representar o espaço geográfico. Vale ressaltar que a última seção desse capítulo apresenta as tecnologias computacionais de machine learning, big data e computação em nuvem para a cartografia, sendo essa a nova fronteira do conhecimento cartográfico.

O capítulo dois constata que entender a forma da Terra é essencial para sua efetiva representação em qualquer documento cartográfico. Atendendo às necessidades crescentes por precisão dentro das ciências cartográficas, a geodésia se apresenta como uma ciência que estuda as formas e dimensões da Terra, visando estabelecer as características geométricas do globo.

Os campos de atuação da cartografia são demarcados no capítulo três. Tais áreas de aplicação ou atuação exercem um importante fator organizacional. Inicialmente, a cartografia foi classificada em duas áreas: a cartografia sistemática e a cartografia temática. Durante o final da década de 1990, diversos pensadores defenderam a inclusão de uma nova área, a cartografia social, que vai além das técnicas e métodos estatísticos para entender a sociedade e o território estudado.

A comunicação cartográfica e seus conceitos são trabalhados no quarto capítulo, sendo de grande importância para o entendimento do processo de identificação e seleção das informações cartográficas. Nesse capítulo também são exploradas as convenções cartográficas e a simbologia associadas.

O quinto capítulo trata das bases cartográficas, seus desafios e possibilidades na contemporaneidade. Nesse capítulo são apresentados os principais componentes das bases cartográficas e como eles têm se transformado no processo de informatização da cartografia.

O sexto capítulo trata dos sistemas de projeção cartográfica. O texto expõe os conceitos de distorção e a classificação das projeções com o intuito de guiar os usuários a minimizar as distorções em seus produtos cartográficos. O sistema UTM é destacado nesse capítulo, já que é o mais empregado no Brasil.

O sétimo capítulo trata de importantes geotecnologias empregadas em conjunto com a cartografia. As geotecnologias são ferramentas capazes de identificar o comportamento espacial dos fenômenos geográficos físicos ou humanos e gerar informações georreferenciadas sobre eles. Nesse contexto, são apresentados os conceitos e aplicações do geoprocessamento, sensoriamento remoto e cartografia digital.

A modelização gráfica ou geográfica é introduzida no oitavo capítulo, sendo apresentada como um instrumento de visualização de informações geográficas. O surgimento dessa técnica se dá por volta da década de 1980, com os estudos de Brunet. Esse pesquisador formulou os conceitos de coremas e coremática, e os aplicou ao planejamento territorial. Atualmente a modelização ou coremática é amplamente utilizada no ensino da geografia.

O nono capítulo elabora importantes considerações sobre o poder e a ideologia no campo da cartografia. Esse capítulo é embasado pelas formulações teóricas de Foucault, Claval e Chauí, que posteriormente são trabalhados por Harley e Harvey, que identificam que o poder e a ideologia são dispositivos disciplinares espacializantes.

No décimo capítulo é apresentado um breve relato sobre a cartografia geográfica crítica, destacando que a ciência cartográfica tem escapado ao controle das elites que exerceram a dominação sobre ela por centenas de anos. Nessa seção do livro, é visto que o conhecimento cartográfico vem tomando novas dimensões à medida

que surgem novas práticas de mapeamento e um olhar crítico ao que já foi proposto, assim a cartografia não disciplinada ganha forma.

A cartografia social e o mapeamento participativo são discutidos no penúltimo capítulo, em que é visto todo um panorama sobre esse ramo da cartografia que emergiu no final da década de 1990. Um importante destaque desse capítulo é a apresentação das principais ferramentas do mapeamento participativo, bem como o conceito das oficinas de cartografia social. A cartografia social e o mapeamento participativo dão suporte a uma nova forma de mapear.

O último capítulo desse livro apresenta um panorama sobre a cartografia e as lutas sociais e étnicas, destacando um contexto de tensões e conflitos em que a cartografia geográfica crítica e a cartografia social estão direcionando a construção de um conhecimento integral sobre as relações entre o território e as comunidades étnico-tradicionais. As novas formas de mapear têm norteado uma série de medidas públicas para o reconhecimento do direito a terra dessas comunidades.

*O Autor.*

# CAPÍTULO 1

## UM BREVE HISTÓRICO DA CARTOGRAFIA

## 1.1 INTRODUÇÃO

**D**e acordo com Erwin Raisz (1962; 1969), a história dos mapas é tão antiga quanto a própria humanidade, tendo em vista que a confecção dessas representações antecede a escrita textual. Fica evidente que, ao longo dos séculos, as técnicas de produção dos documentos cartográficos foram aprimoradas, passando de representações entalhadas na pedra para mapas gerados e visualizados em ambiente computacional. De acordo com Menezes e Fernandes (2013), sempre existiu uma preocupação com o detalhamento e aperfeiçoamento das feições representadas em detrimento da epistemologia e da pesquisa cartográfica. Logo, é necessário explicitar que a Cartografia coexiste contida na interseção de três esferas: a ciência, a técnica e a arte (Tyner, 1992).

Cada uma das esferas foi descrita de forma sucinta por Menezes e Fernandes (2013). A esfera da técnica foi descrita como uma dimensão da cartografia comprometida com a precisão e acurácia das representações, tendo como ponto de partida os esforços militares para a obtenção da topografia dos campos de batalha. A esfera da ciência foi caracterizada pelo seu comprometimento com a formulação de teorias estabelecidas para solucionar os problemas cartográficos, preocupando-se com a disseminação do conhecimento espacial. A ciência cartográfica está estruturada em elementos como a linguagem cartográfica, a modelagem cartográfica, a comunicação cartográfica, e o gerenciamento, processamento e visualização de dados geoespaciais. De acordo com Dent (1985; 1999), a esfera da arte está sedimentada na habilidade do cartógrafo em sintetizar os vários ingredientes envolvidos no processo de abstração, organizando-os em um todo que facilite a comunicação das ideias.

Visto que a cartografia é uma conjunção entre a ciência, a técnica e a arte, é importante conhecer a evolução de seu conceito. Epistemologicamente, a cartografia é uma palavra que derivada do grego e do latim, sendo criada em 1839 pelo historiador Visconde de Santarém. A cartografia foi inicialmente descrita como a ciência que trata da concepção, estudo, produção e utilização de mapas. Ao longo do tempo, o termo cartografia foi ganhando novos significados à medida que os elementos, as funções e os processos que a compõem se tornaram mais complexos. Hoje em dia, um dos conceitos mais aceitos é o da Associação Cartográfica internacional (ICA), bem como o conceito de Fraser Taylor apresentado em 1991 em forma de artigo para a revista *The Cartographic Journal*.

A ICA (1992) indica que a cartografia é a arte, ciência e tecnologia da construção de mapas, juntamente com seus estudos como comunicação científica e trabalhos de arte. Para Taylor (1991), a cartografia é uma ciência que trata da organização, apresentação, comunicação e utilização da geoinformação, sob uma forma que pode ser visual, numérica ou tátil e inclui todos os processos de preparação e elaboração dos mapas, bem como o estudo de sua utilização e meios de representação em todas as suas formas. Sendo esses os dois conceitos mais utilizados na literatura. Conforme apresentado, a cartografia evoluiu junto com as necessidades da humanidade em conhecer e representar o espaço geográfico. A partir deste momento será abordado um histórico sobre a cartografia para compreendermos o seu papel na evolução da sociedade.

## **1.2 UM BREVE HISTÓRICO DA CARTOGRAFIA**

### **1.2.1 As representações cartográficas pré-históricas**

As representações cartográficas pré-históricas são representações gráficas de espaços geográficos criadas por povos que viveram antes do desenvolvimento da escrita (Joly, 1990). Essas representações são valiosas evidências arqueológicas que ajudam os pesquisadores a entenderem como os grupos pré-históricos percebiam e interagem com o mundo ao seu redor.

A principal representação desse período são as pinturas rupestres (Raisz, 1969; Joly, 1990; Menezes; Fernandes, 2013). Essas pinturas retratam cenas de caça, animais, paisagens e rotas de migração de grupos pré-históricos. Embora não sejam mapas no sentido moderno, essas representações fornecem pistas sobre como as comunidades viam seu ambiente. É importante observar que essas representações cartográficas pré-históricas são frequentemente abstratas e simplificadas, refletindo a compreensão limitada que as protocivilizações tinham do mundo ao seu redor, com foco em características geográficas essenciais para sua sobrevivência.

### **1.2.2 Os mapas da antiguidade**

De acordo com Menezes e Fernandes (2013), com a formação das primeiras civilizações, o conhecimento cartográfico adquire uma maior importância, deixando de desempenhar apenas um papel prático e passando a embutir um valor simbólico, que representa o poder e o domínio de alguns grupos.

Um dos mapas mais antigos conhecidos data de 2.500 a.C. e evidencia feições geográficas da Mesopotâmia, além de incluir a

indicação de pontos cardeais para a localização. Tal mapa foi gravado em argila.

### 1.2.2.1 *Os Chineses e Egípcios*

As civilizações chinesa e egípcia também se utilizaram de mapas, não somente para a localização, mas também como forma de demarcar recursos naturais (fontes de água, minas de ouro) e fronteiras. Essas civilizações criaram por meio dos mapas maneiras efetivas de fixar impostos, além de utilizá-los como armas estratégicas em batalhas.

A literatura (Raisz, 1962; 1969; Joly, 1990; Menezes; Fernandes, 2013) indica que a civilização egípcia dominava a técnica de triangulação, que consiste na determinação de distâncias por meio da matemática. Com essa técnica, os egípcios desenvolveram a agrimensura, o cadastro e o mapeamento, logo são responsáveis pela criação dos primeiros mapas temáticos.

### 1.2.2.2 *Os Gregos e Romanos*

Ainda na antiguidade, de acordo com Raisz (1962; 1969), os gregos e romanos deram um grande impulso a cartografia, influenciando a elaboração de mapas tal qual são vistos hoje. Para a literatura (Joly, 1990; Robinson *et al.*, 1995), os gregos foram os percussores dos primeiros elementos básicos, como o equador, os trópicos, os meridianos, os círculos polares e os paralelos.

De acordo com Menezes e Fernandes (2013), na Grécia à época de Aristóteles, a Terra já era reconhecida como esférica pelas evidências da diferença da diferença de altura de estrelas em diferentes lugares e até mesmo pela hipótese de ser a esfera a forma geométrica mais

perfeita. Os avanços incluíram o sistema de longitude e latitude e a divisão do círculo em 360° para as representações terrestres.

Os gregos também realizaram estimativas quanto ao tamanho da Terra obtidas mediante a observação angular do Sol e das estrelas. Um expoente dessa época foi Ptolomeu, o qual escreveu dois tratados importantes para o campo das ciências da terra. O tratado “Geographia” é tido pela literatura como a base da cartografia científica e expressa uma discussão sobre o conhecimento geográfico do mundo greco-romano.

Os romanos realizavam extensos levantamentos do seu império por meio dos instrumentos e conhecimento grego, logo os mapas romanos tinham como principal objetivo expressar a visão do espaço conquistado. De acordo com Robson *et al.* (1995), os romanos usavam a cartografia para fins práticos, como exemplo a Tábua de Peutinger.

### 1.2.3 A Cartografia na Idade Média

Segundo Raisz (1969) e Joly (1990), a Idade Média se iniciou no século V, com a queda do Império Romano do Ocidente, em 476, e terminou no século XV, com a tomada de Constantinopla pelo Império Otomano, em 1453. Durante esse período, houve um retrocesso no desenvolvimento da cartografia. Para Menezes e Fernandes (2013), esse foi um período dominado pelo sentido cristão do sobrenatural e do divino. A Igreja Católica, por vários séculos, influenciou todos os campos do conhecimento, interferindo também na forma de se representar a Terra.

A literatura (Raisz, 1969; Joly, 1990; Robinson *et al.*, 1995) afirma que na Idade Média os mapas mais característicos eram os chamados “Orbis Terrarum” (T/O), que dividia o mundo em três

partes, a Ásia, a África e a Europa, sendo elas delimitadas pelo Mar Mediterrâneo e pelos rios Nilo e Don. Durante a Alta Idade Média, o conhecimento dos gregos ficou guardado pelos árabes e bizantinos e foi após a queda de Constantinopla que esses estudiosos migraram e levaram o seu conhecimento cartográfico para a Europa.

### **1.2.4 A Cartografia no Renascimento**

O Renascimento foi um período marcado pela redescoberta dos clássicos pelos europeus. Nessa época, também se inicia o ciclo das grandes navegações. De acordo com Joly (1990), os navegadores já contavam com grandes inventos como o astrolábio e a bússola, permitindo ao homem explorar rotas mais longas em alto-mar.

Menezes e Fernandes (2013) indicam que nesse período foi desenvolvido um sistema de projeção cartográfica para aplicações náuticas que continua sendo utilizado, atribuído a G. Kremer e conhecido como Mercator. De acordo com a literatura da área, foi a partir do Renascimento que as representações começaram a ganhar uma visão eurocêntrica, já que a Europa detinha o poder sobre as descobertas territoriais.

### **1.2.5 A Cartografia no Iluminismo**

O período que compreende o Iluminismo corresponde ao final do século XVII e se estende por todo século XVIII, num contexto marcado pelo desenvolvimento das escolas de cartografia e navegação. Foi nessa época que surgiram as primeiras triangulações elaboradas por franceses e italianos, estabelecendo um modelo matemático-geométrico mais preciso de representação da Terra.

Na Europa, cresce a preocupação com o rigor científico dos levantamentos cartográficos. De acordo com Raisz (1969), os

pesquisadores europeus começam a utilizar corretamente a geodésia, a topografia e a astronomia no desenvolvimento de mapas. É importante salientar que nesse período o Sistema de Projeção de Mercator foi atualizado.

### **1.2.6 A Cartografia nos séculos XIX e XX**

De acordo com Menezes e Fernandes (2013), foi nos séculos XIX e XX que fatores como o aperfeiçoamento da litografia, da fotografia, da impressão em cores e o incremento de técnicas estatísticas promoveram a aceleração do desenvolvimento da cartografia. O advento do avião também foi significativo para os estudos cartográficos, pois tornou possível o desenvolvimento da fotogrametria.

Após a Segunda Guerra Mundial e com o surgimento da corrida espacial, diversos equipamentos eletrônicos foram confeccionados auxiliando a determinação de distâncias, aumentando a precisão das observações bem como a rapidez na sua execução. Nessa época, além do avião, foram utilizados novos tipos de plataformas imageadoras para obtenção de informações, como os radares e os satélites de observação da Terra, com seus sensores pancromáticos ou multiespectrais.

Foi no século XX que a utilização do papel vem sendo substituída pelo armazenamento computacional. A introdução dos computadores abriu uma nova fronteira com o Sistema de Informações Geográficas (SIG), em que o usuário pode elaborar, analisar, editar e armazenar informações em bancos de dados, sendo o mesmo o responsável por sua veracidade.

## 1.3. A FRONTEIRA DO CONHECIMENTO PARA A CARTOGRAFIA E AS GEOCIÊNCIAS

Atualmente a cartografia e as geociências lidam com as técnicas de machine learning (ML), big data e computação em nuvem, que têm se destacado como catalisadores para aprimorar a análise e interpretação dos dados geoespaciais. Essa intersecção entre a cartografia, as geociências e as tecnologias da ciência da computação estão revolucionando a forma como percebemos, compreendemos e utilizamos as informações geográficas e cartográficas. Esse processo de obtenção e análise de informações está associado aos softwares SIG com código-fonte livre e a linguagem Python que permitem a construção e disponibilização de módulos específicos para a inserção das técnicas avançadas de ciências da computação na cartografia e nas geociências.

### 1.3.1 Machine learning, big data e computação em nuvem para a cartografia e geociências

O machine learning (ML) é uma área da inteligência artificial que se concentra no desenvolvimento de algoritmos e modelos capazes de aprender padrões e tomar decisões a partir dos dados. Em vez de serem explicitamente programados para realizar tarefas específicas, os modelos de ML são treinados usando dados para melhorar seu desempenho ao longo do tempo. O aprendizado ocorre por meio da identificação de padrões, permitindo que o sistema faça previsões ou tome decisões com base em novos dados.

O termo big data refere-se a conjuntos de dados extremamente grandes, complexos e variados, que ultrapassam a capacidade das ferramentas tradicionais de gerenciamento e processamento de dados. O big data é caracterizado pelas dimensões dos “três Vs” (3Vs) –

volume (volume massivo de dados), velocidade (velocidade rápida de geração de dados) e variedade (diversidade de tipos e fontes de dados). Os desafios do big data incluem armazenamento, processamento eficiente e análise para extrair informações desses dados.

A computação em nuvem envolve a entrega de serviços de computação, como armazenamento, processamento e aplicativos, por meio da internet. Logo, o usuário não depende de recursos locais. A computação em nuvem permite o acesso a recursos escaláveis e flexíveis de maneira sob demanda. De acordo com Chee e Franklin Jr. (2013), esse tipo de computação proporciona uma infraestrutura ágil para atender às necessidades variáveis de processamento e armazenamento de dados.

O campo das geociências e da cartografia tem se beneficiado significativamente da aplicação de técnicas de machine learning. Três abordagens distintas merecem destaque: classificação e regressão para análises geoespaciais; agrupamento e segmentação de geodados; e o uso de redes neurais artificiais e aprendizado profundo na fotogrametria e no sensoriamento remoto.

As redes neurais artificiais (RNAs) e o aprendizado profundo (deep learning) revolucionaram a análise de dados geoespaciais, especialmente na fotogrametria e sensoriamento remoto. As RNAs, inspiradas pelo funcionamento do cérebro humano, são capazes de aprender e entender representações complexas nos dados. Em fotogrametria, RNAs podem ser empregadas para a elaboração de cartas topográficas automáticas de precisão, bem como na reconstrução tridimensional precisa de objetos a partir de imagens aéreas. O aprendizado profundo utiliza redes neurais com múltiplas camadas para extrair automaticamente características hierárquicas, sendo fundamental na interpretação de imagens e dados orbitais, auxiliando o cartógrafo nos processos de construção de mapas.

A interseção entre big data e computação em nuvem tem desempenhado um papel fundamental na transformação das geociências, cartografia, fotogrametria e sensoriamento remoto. Essas duas áreas das ciências da computação permitem a análise eficiente de grandes volumes de dados e a realização de tarefas computacionais intensivas. A aplicação dessas tecnologias enfrenta desafios específicos, enquanto oferece soluções inovadoras para lidar com dados geoespaciais e imagens de alta resolução.

Os dados fotogramétricos e de sensoriamento remoto estão crescendo em volume e variabilidade, criando desafios para a análise e interpretação. As imagens de alta resolução geram quantidades massivas de informações que exigem processamento intensivo e armazenamento eficiente. Além disso, os dados geoespaciais frequentemente provêm de diversas fontes, o que aumenta a complexidade da integração e análise (Fitz, 2008). É nesse ponto em que as técnicas de big data são postas em prática, otimizando o processamento, o armazenamento e a análises dos grandes volumes de dados. No entanto, lidar com esses desafios requer infraestrutura computacional que hoje ainda é deficiente no Brasil.

Nesse cenário, a computação em nuvem emergiu como uma solução para enfrentar os problemas relacionados ao big data nas geociências e na cartografia. Plataformas de computação em nuvem oferecem soluções escaláveis e flexíveis que permitem o processamento eficiente de grandes volumes de dados sem a necessidade de investimentos em infraestrutura local. De acordo com Chee e Franklin Jr. (2013), a computação em nuvem fornece a possibilidade de colaboração entre pesquisadores e profissionais de diferentes partes do mundo.

Diversos serviços de nuvem oferecem ferramentas específicas para análise geoespacial. Esses serviços incluem máquinas virtuais

otimizadas para processamento de dados, bancos de dados geográficos, ferramentas de análise de imagens e serviços de ML. Plataformas de código aberto, como o Open Geospatial Consortium (OGC), também têm trabalhado para promover a integração de soluções baseadas em nuvem nas práticas de geociências e cartografia.

### **1.3.2 Softwares SIG com código-fonte livre e a linguagem Python**

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) têm sido uma das mais revolucionárias e exitosas tecnologias introduzidas nas últimas décadas (Fitz, 2008). Software livre é uma forma de construção e disponibilização de programas de computador onde o código-fonte do programa é disponibilizado. O uso do SIG e da linguagem de programação Python têm desempenhado um papel crucial na integração das técnicas de machine learning, big data e computação em nuvem no contexto geoespacial. Essa integração entre ferramentas e tecnologias permite uma abordagem eficaz para lidar com a complexidade dos dados cartográficos e geoespaciais.

Os SIGs livres estão ao alcance de toda população para as mais diversas aplicações. Para a literatura (Fitz, 2008; Jensen, 2009; Moraes Novo, 2010) quanto maior a complexibilidade dos SIGs maior será a complexibilidade das organizações da tecnologia da informação. Ao longo dos anos diversos softwares livres foram sendo criados por entidades governamentais ou organizações sem fins lucrativos, como é o caso do SPRING e do QGIS.

O SPRING é um software desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Possui versões multiplataforma, sendo capaz de suportar grandes quantidade de dados. O QGIS é um software *open source*, com interface simples e amigável, podendo ser usado em diferentes sistemas operacionais. Esse software se destaca

por ter a possibilidade de criar extensões e ferramentas a partir da confecção de scripts em linguagem Python dentro do próprio *software*.

A integração de técnicas de machine learning com SIGs livres possibilita a automação de processos de análise de imagens obtidas por sensores orbitais e aéreos. A linguagem Python, devido à sua facilidade de uso e à abundância de bibliotecas especializadas, é frequentemente escolhida como a ferramenta para implementar algoritmos de ML. A integração das técnicas computacionais ao SIG oferece uma ampla gama de possibilidades. Os SIGs livres podem se beneficiar do poder de processamento em nuvem para lidar com grandes volumes de dados e análises complexas. Além disso, as técnicas de ML e big data podem aprimorar a precisão das análises, permitindo uma interpretação mais detalhada dos dados.



# CAPÍTULO 2

## A REPRESENTAÇÃO DA TERRA

## 2.1 INTRODUÇÃO

A representação da Terra é um dos principais objetivos da cartografia. Para Raisz (1962; 1969), as representações cartográficas são tão antigas quanto a própria humanidade, tendo em vista que a confecção dessas representações antecede a escrita textual. A história da cartografia mostra o conhecimento crescente do ser humano e da sociedade em relação ao espaço terrestre e nos indica que o conhecimento cartográfico foi utilizado pelas sociedades como forma de poder. Logo, conhecer a forma da Terra e saber representá-la são um dos pilares da cartografia (Joly, 1990).

Na antiguidade, os gregos e romanos deram um grande impulso à cartografia, influenciando a elaboração de mapas tal qual são vistos hoje. Para Menezes e Fernandes (2013), foram os gregos que assentaram a cartografia em bases matemáticas, permitindo a construção do conhecimento sobre a forma da Terra e elaborando os primeiros sistemas de coordenadas.

## 2.2 CONHECENDO E RETRESENTANDO A FORMA DA TERRA

Como visto na introdução desse capítulo, representar a forma terrestre é um dos pilares da cartografia. Joly (1990) afirma que ainda hoje organismos internacionais apresentam diversas atividades ligadas ao assunto, como é o caso da Associação Cartográfica Internacional (ICA).

Historicamente, as civilizações utilizaram as representações cartográficas, não somente para a localização, mas também como forma de demarcar recursos naturais (fontes de água, minas de ouro e outros minérios) e fronteiras. Joly (1990) indica que até o século XVII o

principal objetivo da cartografia foi precisar a imagem global da Terra à medida que foi sendo descoberta.

Ainda no século XVII, as necessidades da guerra e da administração pública exigiram mapas precisos e com um nível de detalhamento maior, sendo esse o início da cartografia sistemática. Menezes e Fernandes (2013) indicam que as operações topográficas e geodésicas se aperfeiçoaram ao longo do tempo, principalmente com o advento do computador, dos satélites e dos softwares de modelagem que registam representações da Terra quase que fidedignas.

## **2.2.1 A forma da Terra**

Para Fitz (2008), Menezes e Fernandes (2013), entender a forma da Terra é essencial para sua efetiva representação em qualquer documento cartográfico. Os mesmos pesquisadores afirmam que a forma e a dimensão da Terra devem ser bem estudadas, pois influenciam todas as operações que envolvam o posicionamento sobre a superfície terrestre.

Atendendo as necessidades crescentes por precisão dentro das Ciências Cartográficas, a Geodésia se apresenta como uma ciência que estuda as formas e dimensões da Terra, visando estabelecer as características geométricas do globo, bem como seu campo gravitacional e gravífico (Fitz, 2008; Saraiva; Tuler, 2014).

### *2.2.1.1 O Geoide e o Elipsoide*

Na literatura (Joly, 1990; Fitz, 2008; Menezes; Fernandes, 2013; Saraiva; Tuler, 2014), a forma da Terra é definida pela superfície topográfica e pela superfície dos mares, sendo totalmente irregular e única, não existindo figura ou definição matemática capaz de representá-la sem alguma deformação. A ideia da Terra esférica

remonta à época dos gregos, os avanços cartográficos realizados neste período também indicaram que a Terra deveria ser achatada nos polos. Fato esse comprovado no final do século XVII por Issac Newton e seu modelo teórico de equilíbrio hidrostático. Com base nos estudos de Newton, diversos pesquisadores chegaram à conclusão de que a superfície da Terra é complexa para permitir sua representação em um modelo perfeito, seja geométrico ou físico.

Com o avançar da ciência geodésica, os pesquisadores chegaram a um consenso de que a forma da Terra seria única, e a denominaram de geoide, que significa a forma própria da Terra. Em uma visão mais completa, o geoide pode ser definido pela superfície física ao longo do qual o potencial gravitacional é constante e a direção da gravidade é perpendicular. A caracterização do geoide não é matemática, porém física, em cada ponto da superfície terrestre. Sua definição é afetada pelas anomalias geofísicas, ou seja, pela estrutura das massas terrestres.

Sabendo que o geoide é uma superfície indefinida matematicamente, as reduções feitas a ele seriam inconsistentes, portanto, para o mapeamento de grandes áreas seria necessário considerar uma figura regular geométrica e matematicamente definida, o elipsoide de referência ou revolução. Ainda vale ressaltar que o relacionamento entre o geoide e o elipsoide geram um ângulo de desvio vertical que em determinados estudos deve ser considerado, pois alteram as medidas obtidas por um aparelho geodésico.

# CAPÍTULO 3

## OS CAMPOS DE ATUAÇÃO DA CARTOGRAFIA

### 3.1 INTRODUÇÃO

No decorrer do século XIX e início do século XX, conforme o aumento da demanda por mapas para fins específicos foram criadas, diversas instituições que se dedicavam a elaboração dos documentos cartográficos, tanto com propósitos gerais quanto específicos. Para Joly (1190), Menezes e Fernandes (2013), a maior parte dos países possui organizações dedicadas a elaboração de mapas para a mais diversas finalidades. Os autores também relatam que os avanços tecnológicos nos processos de produção e comunicação cartográfica levaram a necessidade de se dividir a cartografia em áreas de aplicação.

As áreas de aplicação da cartografia exercem importante fator organizacional. Inicialmente a cartografia foi classificada em duas áreas, a cartografia sistemática e a cartografia temática. Durante o final da década de 1990 até a primeira década dos anos 2000, diversos pensadores defenderam a inclusão de uma nova área, a cartografia social que vai além das técnicas e métodos estatísticos para entender a sociedade e o território estudado (Acserald *et al.*, 2008; 2013).

### 3.2 A PRODUÇÃO CARTOGRÁFICA E A DIVISÃO DA CARTOGRAFIA

Para Menezes e Fernandes (2013), assim como para Raisz (1962; 1969) dividir a cartografia é uma tarefa tão complexa quanto classificar os tipos de cartas e mapas. De acordo com a literatura da área, a produção cartográfica está ligada a um conjunto de princípios e normas técnicas que estabelecem os procedimentos para a recolha e o tratamento das informações geográficas.

Esse conceito é usualmente utilizado para a caracterização de duas das três classes cartográficas, sendo elas a cartografia sistemática

e a cartografia temática. De acordo com Acselrad *et al.*, (2008, 2013), a cartografia social se utiliza de mapeamentos sociais/participativos, que não se predem as amarras técnicas para reconhecer um território.

### **3.2.1 A cartografia sistemática**

Para Menezes e Fernandes, no livro *Roteiro de cartografia*, a cartografia sistemática é definida pela precisão das medições para a confecção dos mapas. Essa área da cartografia se preocupa com a chamada cartografia de base e procura representar com perfeição todas as feições de interesse sobre a superfície terrestre, ressaltando a penas a escala de representação.

De acordo com E. Raisz, no livro *Cartografia Geral*, o levantamento preciso, normalmente, utiliza o apoio da fotogrametria, da geodésia e da topografia. Seus produtos são denominados mapas base ou mapas gerais ou mapas de referência. Para E. Raisz, o documento cartográfico mais utilizado da cartografia sistemática são as cartas topográficas que muitas das vezes servem de base para a cartografia temática.

### **3.2.2 A cartografia temática**

A cartografia temática é uma cartografia que realiza um inventário, análise ou síntese dos fenômenos humanos ou físicos, geralmente pautada por técnicas ou métodos estatísticos. Para Menezes e Fernandes, em obra já citada, um dos grandes trunfos da cartografia temática é poder representar qualquer fenômeno físico ou humano, desde que ele tenha distribuição espacial.

Para M. Martinelli, no livro *Cartografia Temática: cadernos de mapas*, os mapas temáticos não apresentam o mesmo posicionamento preciso ou rigor da cartografia sistemática, no entanto não é possível

negligenciar uma correta apresentação da ocorrência e da distribuição da informação geográfica no mapa. Joly, em seu livro *A Cartografia*, ressalta que o mapa temático é um produto da combinação do mapa base, oriundo da cartografia sistemática e de um tema que se queira mapear.

A preparação dos mapas temáticos envolve uma apresentação eficaz por meio das técnicas estatísticas, dos símbolos qualitativos e/ou quantitativos e dos métodos de generalização, culminando em uma comunicação cartográfica simples e direta para o usuário final. Menezes e Fernandes, no livro *Roteiro de Cartografia*, afirmam que a cartografia temática está subdividida conforme sua abordagem e finalidade de mapeamento em três vertentes: a cartografia de inventário, a cartografia analítica e a cartografia de síntese.

A cartografia de inventário é definida por um mapeamento exclusivamente qualitativo, ou seja, estabelece um levantamento qualitativo dos elementos representados no mapa. Esse tipo de cartografia é eminentemente posicional e responde as questões de cunho normativo.

A cartografia analítica emprega uma profusão de análises estatísticas simples ou complexas, sendo ela uma cartografia quantitativa. Essa cartografia busca a classificação, ordenação e hierarquização dos fenômenos a serem representados, permitindo a análise de um único fenômeno ou de um conjunto de fenômenos no tempo-espaço.

A cartografia de síntese é a mais complexa, pois demanda profundo entendimento do tema abordado. Essa cartografia leva em conta representações de correlação, função ou interligação dos fenômenos estudados. A cartografia de síntese permite analisar inter-relações e estabelecer novas informações sobre as dinâmicas envolvidas

por meio das análises qualitativas e quantitativas, ou seja, fundindo vários documentos cartográficos em uma única representação por meio das técnicas de agrupamento, cruzamento, união diferença etc.

### **3.2.3 A cartografia social**

A cartografia social preenche uma lacuna deixada pelas outras vertentes da cartografia. Acselrad (2008) afirma que a cartografia social vem ganhando força e orientando discussões e debates internacionais sobre os povos e as comunidades tradicionais muitas vezes omitidas ou marginalizadas no estudo cartográfico. Para Acselrad (2008), a cartografia social preenche um espaço de luta e valorização do conhecimento tradicional espacial.

A cartografia social se utiliza de mapeamentos sociais/participativos, que não se predem as amarras técnico-estatísticas e acrescentam legitimidade ao território plural, polissêmico e aberto das comunidades e grupos étnico-raciais. Os mapas aqui realizados são esboços de uma memória coletiva que podem representar uma paisagem física ou cultural.



# CAPÍTULO 4

**A COMUNICAÇÃO CARTOGRÁFICA  
E A INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E  
CARTOGRÁFICA**

## 4.1 INTRODUÇÃO

**D**e acordo com a literatura, os mapas são abstrações do mundo real (Menezes; Fernandes, 2013). Logo, os fenômenos do mundo real são identificados e selecionados pelo cartógrafo e depois são transformados em convenções por uma simbologia associada e transcritos nos mapas, que, por sua vez é visualizado e interpretado pelo usuário final. Segundo Simielli (2007), esse processo gera uma linguagem cartográfica que a cada dia se torna mais notória e importante para a utilização dos mapas.

A comunicação e a linguagem cartográfica dependem da informação a ser transmitida. Assim, é necessário explanar os conceitos de informação geográfica e cartográfica e suas diferentes naturezas.

## 4.2 A COMUNICAÇÃO CARTOGRÁFICA

De acordo com a literatura (Simielli, 2007; Fitz, 2008; Menezes; Fernandes, 2013; Saraiva; Tuler, 2014), a comunicação cartográfica parte do princípio de que a linguagem cartográfica é praticamente universal. Logo, um usuário com uma base de conhecimentos será capaz de traduzir e interpretar um documento cartográfico sob qualquer forma que ele seja apresentado.

Nesse sentido, a comunicação cartográfica é analisada a partir do tripé: cartógrafo, mapa e usuário final, sendo essa a teoria geral da comunicação cartográfica exposta por Robinson e Petchenik (1977). A fonte de informação básica desse processo de comunicação é o mundo real, codificado pela simbologia gráfica bidimensional gerada pelo cartógrafo e impressa no mapa ou visualizada em ambiente digital (Martinelli, 2003).

De acordo com Menezes e Fernandes (2013), o mundo real, o cartógrafo e o usuário representam três realidades distintas, como se fossem conjuntos separados. Assim, quanto maior a interseção dessas realidades, mais próximo se chegará ao mapa ideal.

Estudos posteriores (Tyner, 1992; Dent, 1999) afirmam que o modelo de comunicação cartográfica envolve quatro elementos distintos, além dos já citados (o cartógrafo, o mapa e o usuário): há a inserção do tema. Esse quarto elemento é amplamente utilizado na cartografia temática.

É importante ressaltar que em qualquer uma das etapas da comunicação cartográfica pode ocorrer ruídos, tanto por parte do profissional habilitado quanto por parte do usuário. Os ruídos podem ser atribuídos a vários fatores, mas o mais comum é a escolha dos métodos cartográficos empregados para transmitir a mensagem (Board, 1975). Assim, o usuário cria uma versão distorcida do modelo de mundo real elaborado pelo cartógrafo, culminando na falha da comunicação cartográfica.

### **4.3 A LINGUAGEM CARTOGRÁFICA**

De acordo com Simielli (2007), é notória a importância dos mapas na atualidade. Logo, o trabalho do cartógrafo deve ser baseado nas necessidades e interesses do usuário dos mapas, fundamentando a importância da criação de uma linguagem cartográfica que seja eficiente para que o mapa atinja os objetivos a que se propõe.

Nesse contexto, é imprescindível que o profissional habilitado seja capaz de manipular as informações sobre o mundo real, generalizá-las e transformá-las em informações cartográficas. O mapa como meio de comunicação será eficiente quando o processo da linguagem cartográfica não sofrer nenhum tipo de interrupção, tanto

na transmissão quanto para a leitura e consumo (Simelli, 2007; Tyner, 1992).

A linguagem cartográfica adquire importância à medida que o cartógrafo realiza a observação seletiva da realidade (mundo real) e esta produz um efeito informativo no cartógrafo, que por meio de sua cognição transforma o modelo multidimensional (mundo real) numa forma intelectual de informação por meio de símbolos.

Para Simielli (2007), os mapas são veículos no processo de comunicação, mediante os símbolos cartográficos. Assim, é preciso apresentar a informação adequadamente. Para o entendimento da linguagem cartográfica, é necessário destacar a importância da semiótica, que, de acordo com a literatura (Raisz, 1969; Robinson; Petchenik, 1977; Robinson *et al.*, 1995; Martinelli, 2003; Simelli, 2007), é a ciência geral de todas as linguagens, mas especialmente dos signos. O signo, por sua vez, é algo que representa o seu próprio objeto e ele só é um signo se tiver o poder de representar esse objeto, colocar-se no lugar dele, e então representá-lo de um certo modo e com uma certa capacidade (Simelli, 2007). O signo só pode representar seu objeto para um intérprete em sua mente (espaço cognitivo), onde será gerado outro signo com o mesmo significado.

O signo possui dois importantes aspectos: o significante e o significado. O significante constitui o aspecto material (concreto) do signo, sendo legível ou audível. O significado é o aspecto conceitual e imaterial do signo. Para Simielli (2007), o plano significante é o da expressão e o plano do significado é o do conteúdo. Esses dois aspectos culminam na significação que seria o produto da relação entre o significante e o significado. Dessa relação, deriva-se que o signo é sempre arbitrário e seu significado é estabelecido por uma convenção. Logo, o signo é representativo, ocupando o lugar das coisas e não nas coisas (Simelli, 2007).

### 4.3.1 A Leitura de mapas

A literatura (Raisz, 1969; Robinson; Petchenik, 1977; Robinson *et al.*, 1995; Martinelli, 2003; Simelli, 2007; Menezes; Fernandes, 2013) afirma que o sucesso do uso dos mapas repousa na sua eficácia quanto à transmissão das informações espaciais. Entretanto, é importante atentar-se a subjetividade da percepção da informação cartográfica, uma vez que diferentes leitores obtêm diferentes tipos de informação a partir do mesmo mapa.

Kolacny (1977) apresentou em seu trabalho uma profunda preocupação com a leitura dos mapas, focando o retorno à realidade mapeada. Kolacny (1977) apresentou todas as circunstâncias que são envolvidas no processo de leitura dos mapas, tais como: as condições externas, processos psicológicos, habilidades e propriedades, conhecimento e experiência interesses e objetivos, que agindo no “conteúdo da mente do usuário” (cognição), permite um retorno à “realidade” por meio da “realidade do usuário”, a qual coincidirá com a “realidade do cartógrafo”.

A partir da obra de Kolacny (1977), Sanchez (1981) concluiu que existem três diferentes níveis de leitura cartográfica: elementar, intermediária e complexa. O nível elementar é aquele no qual se percebe uma quase perfeita correspondência biunívoca entre a unidade territorial e seu valor numérico específico. Para Simielli (2007), esse nível elementar é um verdadeiro inventário estatístico, no qual a percepção da informação não exige nenhum processamento mental mais elaborado. Os níveis de leitura intermediário e complexo funcionam de modo gradativamente oposto ao nível elementar, onde os dados são submetidos a diferentes níveis de processamento, pretendendo possibilitar visões sintéticas complexas resultantes das características e tendências assumidas pelo fenômeno representado.

A leitura de mapas se torna mais complexa a partir do momento em que se passa a trabalhar com uma grande quantidade de variáveis especializadas, onde são obtidos mapas ilegíveis para os usuários, em função de sua complexidade. Logo é necessário destacar o trabalho de Bertin (1976) sobre a leitura de cartas.

Bertin (1976) divide os mapas e cartas em dois conjuntos “cartas para ver” e “cartas para ler”. As “cartas para ver” se referem as percepções visuais instantâneas, ou seja, a significação da imagem. As “cartas para ler” necessitam da cognição do usuário para a gerar um dado ou resposta. Logo, as “cartas para ler” dificultam a comparação com outras cartas já que não apresentam resposta visual concreta. De acordo com Simielli (2007), assim é percebida a importância do cartógrafo na elaboração dos mapas, pois ele entende a importância da comunicação e leitura cartográfica, moldando os produtos para se tornarem “cartas para ver”.

#### **4.4 INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E INFORMAÇÃO CARTOGRÁFICA**

A informação geográfica com propósito cartográfico pode ser definida, de acordo com Menezes e Fernandes (2013), como toda informação de natureza, física, biológica ou social que possua relacionamento com um sistema de referência sobre a superfície terrestre cujo uso e representação influenciem os aspectos culturais, sociais, pessoas e econômicos da atividade humana. Para os mesmos autores, a informação cartográfica deve ser entendida como a informação contida no mapa, sendo ela estritamente cartográfica (paralelos, meridianos etc.) ou a representação de informações geográficas após o devido processo de transformação, que permitirá que ela seja representada em um mapa.

A ciência geográfica trabalha com informações de diversas naturezas, mas nem todas as informações geográficas possuem identidade espacial. Assim, a ciência cartográfica só é capaz de trabalhar com as informações geográficas que possuam posicionamento espacial para que a construção do mapa e a comunicação cartográfica atinjam seus objetivos.

O processo de transformação das informações geográficas em informações cartográficas envolve basicamente três transformações: geométrica, projetiva e cognitiva.

As transformações geométricas correspondem àquelas que posicionaram os sistemas de coordenadas terrestres e do mapa e relacionaram o tamanho do mapa a superfície terrestre. A transformação projetiva é caracterizada pelo processo de transformação do mundo real, tridimensional, para uma representação bidimensional plana. Por sua vez, as transformações cognitivas envolvem a modelagem gráfica do mundo real pelo cartógrafo.



# CAPÍTULO 5

## **BASES CARTOGRÁFICAS: DESAFIOS E POSSIBILIDADES**

## 5.1 INTRODUÇÃO

**D**e acordo com Martinelli (2003), a elaboração de um mapa para a geografia se insere em um contexto que envolve a busca do conhecimento e o esclarecimento sobre um problema geográfico que afeta a sociedade e suas relações. Logo, o usuário necessita de dados sobre esse problema geográfico, bem como uma base cartográfica para ser o plano de fundo de referência para acomodar a espacialização dos dados respeitando os aspectos da cartografia sistemática.

Para Menezes e Fernandes (2013), a cartografia sistemática é definida pela precisão das medições e procura representar com perfeição todas as feições de interesse sobre a superfície terrestre. Os levantamentos realizados na cartografia sistemática utilizam como apoio a fotogrametria, a geodesia e a topografia (Raisz, 1969; Joly, 1990; Martinelli, 2003). Esse ramo da cartografia se preocupa com as bases cartográficas (mapas-base) e tem como principal documento os mapas topográficos.

## 5.2 AS BASES CARTOGRÁFICAS

Fitz (2008), Menezes e Fernandes (2013), afirmam que a cartografia sistemática e conseqüentemente as bases cartográficas lidam com aspectos específicos como: sistemas geodésicos, sistemas de coordenadas, escala, simbolização e legendas.

Atualmente, de acordo com Martinelli (2003) e Fitz (2008), a base cartográfica e os dados geográficos estão intimamente interligados pelo Sistema de Informações Geográficas (SIG) e pela internet. Para os autores, ambos são vistos como arquivos digitais e sua escolha e organização é o ponto de partida para a análise do espaço geográfico e posterior confecção de mapas temáticos.

## 5.2.1 A forma da Terra

Num primeiro momento, se faz necessário entender a forma da Terra para a sua efetiva representação em qualquer documento cartográfico. Ao longo da história, diversas observações foram realizadas e levantaram diversas hipóteses quanto a forma da Terra (vide Capítulo 2). Para Fitz (2008), os conceitos mais aceitos são o de geoide, elipsoide e elipsoide de revolução.

Na literatura, o conceito mais apresentado é o de elipsoide, em que a forma terrestre é achatada nos polos. Essa representação matemática é gerada pela rotação de uma elipse em torno de um de seus eixos. O geoide, segundo Fitz (2008), é definido pela superfície física ao longo da qual o potencial gravitacional é constante e a direção da gravidade é perpendicular. Para a literatura da área (Raisz, 1969; Joly, 1990; Tuler; Saraiva, 2014), o geoide é o modelo mais próximo da forma real da Terra. Entretanto, as dificuldades no uso do geoide como superfície representativa conduziram à utilização do elipsoide de revolução, dadas suas propriedades como figura matemática usada pela geodésia para seus trabalhos.

## 5.2.2 Os sistemas geodésicos de referência

Uma das condições essenciais para o trabalho com informações geográficas diz respeito ao uso de sistemas de referências. Esses sistemas são utilizados para caracterizar a posição de objetos segundo suas coordenadas. Quando a posição que se deseja identificar é uma informação sobre a superfície da Terra, são utilizados sistemas de referência geodésicos.

Os sistemas geodésicos de referência são associados a uma superfície geométrica que mais se aproxime com a forma da Terra e sobre a qual serão desenvolvidos os cálculos de suas coordenadas.

Para Raisz (1962; 1969), Menezes e Fernandes (2013), as coordenadas obtidas pelos sistemas podem se apresentar de diversas formas, sendo as mais comuns as coordenadas geodésicas, quando são apresentadas em uma superfície elipsoidal e as coordenadas de projeção cartográfica quando são extraídas de uma superfície plana.

Fitz (2008) afirma que existem diferentes sistemas geodésicos de referência que buscam atender necessidades específicas. No Brasil, o sistema geodésico de referência é denominado de Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e é definido por uma série de características que tem como respaldo um conjunto de pontos geodésicos implantados na superfície terrestre delimitadas pelas fronteiras do país.

#### *5.2.2.1 O Sistema Geodésico Brasileiro (SGB)*

Cada país adota um sistema de referência próprio, baseado em parâmetros predeterminados por normas específicas. O SGB é composto por redes de altimetria, gravimetria e planimetria. O referencial da altimetria está vinculado ao geoide e tem sua marca “zero” no marégrafo de Imbituba. O referencial de gravimetria do SGB vincula-se a milhares de estações existentes no território nacional que colhem dados acerca da aceleração da gravidade. O referencial de planimetria define as superfícies, origem e orientação do sistema de coordenadas usado para o mapeamento e georreferenciamento no território brasileiro. Esse sistema está sob a responsabilidade do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

De acordo com Menezes e Fernandes, no livro Roteiro de Cartografia, diversos sistemas de referência geodésicos foram adotados no Brasil. Dentre os mais conhecidos se destacam o Córrego Alegre, o South American Datum de 1969 e o Sirgas2000, que atualmente é o sistema adotado.

O Sistema de Referência Geocêntrico para a América do Sul (Sirgas) foi concebido em razão da necessidade de adoção de um sistema de referência compatível com as técnicas mais avançadas de posicionamento por GPS, utilizando a estrutura geodésica existente. De acordo com Fitz (2008), esse sistema visa garantir a homogeneização de resultados no continente e permitirá uma integração consistente com as demais redes continentais.

### **5.2.3 Sistemas de coordenadas**

O sistema de coordenadas é um dos componentes da base cartográfica. Para Menezes e Fernandes (2013), o posicionamento dos sistemas de coordenadas terrestres e do mapa caracteriza um processo dentro das transformações geométricas e assume grande importância na construção dos documentos cartográficos. Esses sistemas são responsáveis por criar uma singularidade posicional da informação geográfica na superfície.

Para a literatura (Raisz, 1969; Joly, 1990; Fitz, 2008; Tuler; Saraiva, 2014), o termo coordenada deve ser entendido como qualquer um dos membros de um conjunto que determina univocamente a posição de um ponto no espaço. A coordenada pode ser definida por diferentes atributos que podem dar singularidade ao posicionamento, tais como: velocidade, distância, ângulo etc.

Fitz (2008) afirma que a maioria dos sistemas de coordenadas são bidimensionais e compostos por duas posições principais: a latitude e longitude. A latitude de um ponto pode ser descrita como a distância angular entre o plano do equador e a superfície da Terra, unido perpendicularmente ao centro do planeta. A latitude varia de 0 até 90 graus, nas direções norte e sul. A longitude de um ponto é o ângulo formado entre o ponto considerado e o meridiano de origem.

A longitude varia de 0 até 180 graus, nas direções leste e oeste desse meridiano.

A localização precisa de pontos na superfície de Terra se dá pelo sistema de coordenadas. Esse sistema possibilita por meio de valores angulares (coordenadas esféricas ou elipsoidais) ou lineares (coordenadas planas), o posicionamento preciso de um ponto em um sistema de referência. Para Fitz (2008), o Sistema de Coordenadas Geográficas e o Sistema Universal Transversal de Mercator (UTM) são os mais utilizados pela comunidade científica por meio dos SIGs.

O sistema de coordenadas geográficas é um sistema sexagesimal e os valores dos pontos são localizados na superfície terrestre são expressos por suas coordenadas geográficas, latitude e longitude, contendo unidades de medida angular, ou seja, em graus, minutos e segundos. Para Raisz (1969) e Fitz (2008), as coordenadas geográficas devem vir acompanhadas da indicação do hemisfério correspondente: Norte ou Sul para latitude e Leste (E-east) ou Oeste (W-west) para longitude. A comunidade cartográfica convencionou o uso dos sinais positivo (+) e negativo (-) para a indicação das coordenadas. N e E são positivas enquanto S e W são negativas. Assim, quando o ponto estiver localizado ao sul do equador e a oeste do meridiano de Greenwich, a leitura das coordenadas será exclusivamente negativa.

O sistema UTM apresenta como principal vantagem a adoção de uma projeção cartográfica que trabalha com paralelos retos e meridianos retos e equidistantes. Esse sistema também é caracterizado por adotar coordenadas plano-retangulares, sendo apresentadas nas margens das cartas, acompanhado uma rede de quadriculas planas. Os valores das coordenadas obedecem a uma sistemática numérica que estabelece um valor de dez milhões de metros sobre o equador e quinhentos mil metros sobre o meridiano central.

### 5.2.3.1 *Coordenadas obtidas em campo*

Para Fitz (2008), quando se lida com coordenadas obtidas a partir de trabalhos de campo, seja por levantamentos topográficos ou sistemas de posicionamento por satélite, deve-se avaliar a precisão requerida para o trabalho a ser realizado. Fatores como a acurácia do equipamento e a competência do operador também devem ser levadas em consideração.

Os levantamentos topográficos tradicionais trazem um conjunto de coordenadas obtidos com a utilização de equipamentos com precisão excepcional (Teodolitos e Estações Totais). Os levantamentos topográficos são próprios para gerar cartas topográficas de escalas maiores que 1:5.000. Essas cartas são geralmente utilizadas em plantas cadastrais e em projetos de engenharia e mineração, dada a precisão dos equipamentos e dos dados levantados.

O sistema de posicionamento por satélite é, segundo Fitz (2008), uma das maneiras mais rápidas de obtenção de coordenadas em campo. O sistema mais utilizado é o GPS que conta com uma constelação robusta de satélites orbitando a Terra. As coordenadas e a altura são obtidas por um processo semelhante a triangulação, para isso são selecionados ao menos quatro satélites, mais bem posicionados em relação ao receptor na superfície terrestre. O GPS pode ser classificado com relação a sua precisão planimétrica. Para Fitz (2008), é de fundamental importância que o usuário saiba as características de seu receptor e como a precisão planimétrica pode afetar o seu trabalho.

## 5.2.4 **Uso da Escala**

De acordo com Menezes e Fernandes (2013), os processos de transformação cartográfica são de grande importância no sucesso

da construção de mapas, pois atuam no processo de comunicação cartográfica. O conceito de escala é essencial para qualquer tipo de representação espacial, uma vez que qualquer visualização gráfica é elaborada segundo uma redução do mundo real.

Para os estudos geográficos, a escala pode ser conceituada como à medida que traz visibilidade ao fenômeno geográfico, tornando-se uma projeção real. Tanto para a geografia quanto para a cartografia, a escala possui um papel fundamental na observação dos objetos e fenômenos. Em geral, as escalas são representadas nas formas numérica, gráfica ou nominal.

- A escala numérica é representada por uma fração na qual o numerador é sempre a unidade, designando a distância medida nos mapas e o denominador representa a distância medida no terreno.
- A escala gráfica é representada por uma linha ou barra graduada contendo subdivisões chamadas de talões. Cada talão apresenta a relação de seu comprimento com o valor correspondente no terreno.
- A escala nominal ou equivalente é apresentada nominalmente, por extenso e o valor representado no mapa é seguido por um sinal de igualdade e depois é representado sua correspondência no terreno.

A escolha da escala é um dos primeiros itens a se discutir na elaboração de um produto cartográfico. Pelas dimensões do terreno e do papel em que será traçado o mapa pode-se fazer uma aproximação da escala a ser usada. Dessa primeira aproximação, deve-se então arredondar o valor da escala para que ela fique a mais inteira possível.

Fitz (2008), indica que no caso dos mapas armazenados em arquivos digitais, a escolha da escala tende a ser relegada a um segundo

plano, pois, em princípio, a escala pode ser facilmente transformada para outros valores. No entanto, isso pode vir a gerar uma série de complicações. Deve-se atentar ao lidar com esse tipo de estrutura digital, pois o que realmente condiz com a realidade é a origem das informações geradas.

### **5.3 A BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL**

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é o coordenador do mapeamento geográfico. Esse órgão público vem aprimorando o desenvolvimento de seus produtos mediante pesquisa e atualização metodológica, além de incorporar novas tecnologias visando a produção, a difusão, a manutenção e a divulgação de bases cartográficas de referência do território nacional utilizando modelos, padrões e recomendações internacionais. A base contínua foi idealizada em 2006 na IV Conferência Nacional de Geografia e Cartografia, sendo gerada a partir da integração das folhas do mapeamento sistemático brasileiro, tendo sido norteadas pelos conceitos da Infraestrutura de Dados Espaciais presentes no projeto Sistema de Informações geográficas do Brasil (SIG Brasil).

A base cartográfica contínua do Brasil compreende um conjunto de dados geoespaciais de referência que fornece a geometria, a geonímia e a categorização/classificação de dados necessários à execução de estudos centrados no território nacional. A base subsidia programas com enfoque territorial para planejamento e gestão, além de contemplar a representação dos aspectos gerais e temáticos do território, possibilitando o mapeamento temático, por meio de uma base cartográfica uniforme, contínua e padronizada.

Os dados presentes na base contínua são dispostos em categorias como, meio de transporte, hidrografia, dutos, classes base

do mapeamento topográfico, relevo, limites, localidades, cultura etc. Como referências espaciais a base utiliza como referencial cartográfico, coordenadas geográficas (latitude e longitude) e, como referencial geodésico o SIRGAS 2000.

Para a literatura (Fitz, 2008; Menezes; Fernandes, 2013; Tuler; Saraiva, 2014), essa base de dados possibilita a localização dos diversos elementos, objetos e fenômenos, que caracterizam o território nacional e a população que nele habita, servindo como base de referência para retratar a distribuição de recursos naturais e a dinâmica de ocupação para a escala de planejamento nacional e regional. Dessa forma, o usuário pode gerar um número considerável de consultas por meio de um SIG, sendo possível fazer análises espaciais e temáticas dinâmicas e interativas, e ainda associar dados externos para diversos fins.

## **5.4 OS DESAFIOS REFERENTES ÀS BASES CARTOGRÁFICAS**

Para a literatura da área, atualmente, o principal desafio está relacionado às Bases Cartográficas digitais. Fitz (2008) afirma que os conceitos de cartografia e a base cartográfica estão intimamente relacionadas ao geoprocessamento e a seu braço computacional o SIG. O mesmo autor relata a ausência de bases cartográficas digitais de referência para escalas entre 1:100.000 até 1:25.000, que forneçam o suporte cartográfico necessário aos diversos projetos de geoprocessamento, uma vez que a Base Cartográfica Contínua do Brasil apresenta dados para escala 1:250.000 sendo interessante para os níveis regionais e nacionais.

Vele ressaltar que a construção das bases cartográficas convencionais está definida em termos de legislação, em que foram estabelecidas as competências, responsabilidades técnicas e sua classificação em termos de qualidade e precisão. Entretanto, para

os documentos digitais, não existe nenhuma legislação específica, ocasionando uma série de erros cartográficos.

A literatura defende que a legislação atual para as bases convencionais seja adotada para a confecção das bases digitais. Logo, seria estabelecida uma responsabilidade técnica para a base cartográfica digital e seus produtos derivados. Seguindo essa diretriz o IBGE ficaria a cargo da construção de uma base cartográfica digital relativa à escala do mapeamento sistemático entre 1:100.00 até 1:25.000, além de fiscalizar e qualificar as bases cartográficas construídas por outras organizações.

Outra questão que norteia os problemas com as bases cartográficas convencional e digital é o despreparo e o desconhecimento dos usuários em cartografia. A literatura (Fitz, 2008; Tuler; Saraiva, 2014) afirma que muito dos usuários não levam em consideração, nos seus projetos, o sistema de projeção e a superfície adequada de projeção, bem como o sistema geodésico e o sistema de coordenadas. Joly (1990) indica que a escolha de cada um desses sistemas impacta na construção dos dados e na representação espacial das informações geográficas.

Outro desafio encontrado para o uso das bases cartográficas aponta para o desconhecimento dos preceitos de cartografia no tocante a escala. Os usuários desconhecem que as bases cartográficas devem ser utilizadas na escala para a qual foram geradas ou menores. A partir do momento em que a escala de uma base cartográfica é ampliada, os produtos gerados apresentam erros de medidas e os mapas e cartas expõem resultados inconsistentes na representação dos objetos e fenômenos geográficos (Martinelli, 2003; Fitz, 2008; Menezes; Fernandes, 2013; Tuler; Saraiva, 2014).

O uso de imagens de alta resolução tem aberto desafios e possibilidades para a aquisição de bases cartográficas sendo necessário recorrer ao processo de generalização cartográfica para acondicionar as informações em bases de média e pequena escala. De acordo com Menezes e Fernandes (2013), esse processo é essencial para a cartografia sistemática e tem como objetivo a elaboração de informações e produtos cartográficos que possuam clareza gráfica suficiente para o estabelecimento de uma comunicação cartográfica. Os mesmos autores reafirmam a necessidade do conhecimento básico sobre o tema escala e destacam que a generalização pode ocorrer de forma manual ou automática. Em geral, esse processo ocorre por meio de softwares SIG. Os procedimentos mais comuns são os de aglutinação, eliminação, simplificação, exagero ou seleção. Cada procedimento executado visa, sempre que possível, utilizar o princípio da semelhança em que se deve preservar ao máximo as formas dos fenômenos geográficos.

## **5.5 AS POSSIBILIDADES REFERÊNTES AS BASES CARTOGRÁFICAS**

Os avanços tecnológicos realizado nas últimas décadas, possibilitou a confecção e implementação de novas tecnologias associadas ao sensoriamento remoto e geoprocessamento, sendo elas utilizadas para a atualização e elaboração de bases cartográficas convencionais e digitais.

Os veículos aéreos não tripulados (VANTs), juntamente com receptores com a tecnologia Real Time Kinematic (RTK) oferecem alta precisão posicional para o mapeamento de grandes escalas. Com o avanço da tecnologia VANT, determinados equipamentos não necessitam mais de pontos de controle no solo e são capazes de gerar ortomosaicos com alta precisão posicional. As imagens obtidas pelos VANTs são integradas a softwares que permitem a realização

da fotogrametria profissional, sendo um ótimo recurso na obtenção e atualização de bases cartográficas.

Os sistemas de sensores óticos de alta resolução, assim como os VANTs, trazem novas possibilidades para a aquisição de imagens de alta resolução. A literatura indica que satélites como o GeoEye-1 carregam sensores com resolução espacial de 41 cm, ideais para a elaboração e atualização de bases cartográficas, dada a quantidade de informações que podem ser extraídas das imagens.

Os dados para a geração de bases cartográficas, ainda podem ser provenientes de levantamentos de campo, sendo estes indicados para pequenas aplicações. Os receptores GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite) geodésicos apresentam ótimas possibilidades para o mapeamento dessas áreas, visto que contam com uma alta precisão planimétrica (entre 0,1 e 0,001m).

Todas essas inovações são acessadas pelos SIGs que tem papel fundamental na construção e atualização das bases de dados. A computação inteligente por meio das redes neurais é capaz de auxiliar a obtenção de dados vetoriais oriundos das imagens aéreas e orbitais, possibilitando uma redução de custos no levantamento de uma base cartográfica nova.



# **CAPÍTULO 6**

---

## **SISTEMAS DE PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA**

## 6.1 INTRODUÇÃO

Para a literatura (Raisz, 1962; 1969; Joly, 1990; Martinelli, 2003; Fitz, 2008; Menezes; Fernandes, 2013; Tuler; Saraiva, 2014), a transformação projetiva é um processo cartográfico em que uma representação bidimensional plana é associada a um sistema de coordenadas. É importante destacar que as características relativas aos sistemas de coordenadas são definidas pelas projeções cartográficas, as quais, dependendo de suas características e propriedades, podem criar diferentes representações de uma mesma geoinformação.

Os diferentes tipos de transformações projetivas podem inferir nas características associadas a informação (área, forma, comprimento etc.) a ser plotadas no mapa, influenciando a cognição do usuário e interferindo na comunicação cartográfica. Logo, é necessário abordarmos alguns pontos referentes ao assunto como: o conceito de projeção cartográfica, o conceito de distorção, a distorção linear, a classificação das projeções e a apresentação das principais projeções utilizadas atualmente.

## 6.2 UM CONCEITO DE PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA

Para Menezes e Fernandes (2013), um sistema de projeção cartográfica pode ser definido como qualquer representação sistemática de paralelos e meridianos retratando a superfície da Terra, ou parte dela, considerada como uma esfera ou elipsoide, sobre um plano de referência.

No entanto, a correspondência entre a superfície e o plano não podem ser exatas por dois motivos. O primeiro motivo é a escala, uma vez que a correspondência 1/1 é fisicamente impossível. O segundo motivo é a superfície curva da Terra, que não se ajusta a um plano sem algum tipo de distorção (Dent, 1999).

### 6.3 A TEORIA DAS DISTORÇÕES

A teoria das distorções cartográficas explora o fato de que não é possível transferir perfeitamente a realidade tridimensional da Terra para um plano bidimensional sem alguma forma de distorção. Isso ocorre porque os mapas são uma representação simplificada da Terra e os métodos de projeção utilizados para criar mapas inevitavelmente resultam em distorções devido à impossibilidade de preservar simultaneamente todos os aspectos de tamanho, forma, ângulo e direção das áreas geográficas.

Em suma, toda projeção sempre possuirá distorções, maiores ou menores, de acordo com a transformação projetiva que esteja sendo aplicada (Dent, 1999; Fitz, 2008; Menezes; Fernandes, 2013). Logo, cabe ao profissional habilitado a escolha da melhor projeção cartográfica, levando em consideração as características do seu projeto.

### 6.4 DISTORÇÃO LINEAR

Para Menezes e Fernandes (2013), nenhuma transformação projetiva pode manter a escala constante em toda a extensão do mapa. A variação de escala caracteriza a distorção linear, influenciando a representação de ângulos e áreas no mapa. As principais distorções cartográficas incluem:

A distorção linear, refere-se à alteração das relações de distância entre pontos em um mapa quando comparadas com as distâncias reais na superfície da Terra. Essa distorção também pode representar as direções distorcidas, fazendo com que linhas retas na Terra pareçam curvas no mapa.

A distorção de forma ocorre quando as formas das áreas no mapa são diferentes das formas reais. Algumas áreas podem ser

esticadas ou encurtadas, resultando em características distorcidas. A distorção de área preserva os ângulos, mas não preserva as dimensões das informações cartográficas. A distorção angular é caracterizada por não preservar os ângulos entre as linhas, podendo afetar a direção e a orientação relativa das características no mapa.

Para Fitz (2008), é claramente impossível criar um mapa perfeito, no qual a escala principal seja preservada em todos os pontos. No entanto, é possível manter a escala principal constante ao longo de certas linhas ou pontos no mapa, ocasionando uma distorção nula. As linhas de distorção nula são linhas em uma projeção em que a escala principal é preservada. São caracterizadas pela tangência ou secância da superfície terrestre e a superfície de projeção. Os pontos de distorção nula são pontos em que a escala principal é preservada e são gerados pela tangência de planos de projeção na superfície da Terra.

Tanto a tangência quanto a secância produzirão áreas de distorção baixa, média e alta, de acordo com a área de contato, ou seja, quanto mais afastado da área de tangência ou secância, maior será a distorção. Uma medida de distorção bem aceita cartograficamente é definida pelo conceito da Teoria de Deformação de Tissot, definida pela deformação geométrica de seu indicador, denominado indicatriz de Tissot.

## **6.5 CLASSIFICAÇÃO DAS PROJEÇÕES**

As projeções cartográficas podem ser classificadas segundo diversos tipos de características que as tornam possíveis de serem transportadas para o papel. É certo que os diversos ramos da sociedade utilizam as projeções de acordo com seus objetivos e perspectivas. Para Fitz (2008), as projeções cartográficas podem ser classificadas de

acordo com: as propriedades, a superfície de projeção e o método de traçado.

A classificação das projeções de acordo com a propriedades podem ser divididas em quatro tipos: conformes, equivalentes, equidistantes e afiláticas. As projeções conformes representam sem deformação todos os ângulos em torno de quais quer ponto. As projeções equivalentes não alteram as áreas, conservando uma relação constante com suas correspondentes da Terra. As projeções equidistantes não apresentam deformações lineares para algumas linhas em especial. As projeções Afiláticas não conservam área, distância, forma ou ângulos, mas podem apresentar alguma outra propriedade específica que justifique sua construção.

A classificação quanto ao tipo de contato entre a superfície de projeção e a referência. Nesse tipo de classificação, a projeção é a figura geométrica (plano, cilindro, cone) que estabelecerá a projeção plana do mapa, podendo ser tangente ou secante. As projeções tangentes o plano tangencia a referência, já nas projeções secantes a superfície de projeção secciona a superfície de referência.

Vale ressaltar que, de acordo com a figura geométrica escolhida e do contato com a superfície de projeção, as projeções secantes e tangentes podem assumir outro caráter de referência como: (I) projeções planas ou azimutais, onde o plano pode assumir três posições básicas em relação a superfície de referência: polar, equatorial e oblíqua; (II) projeções cônicas: quando a superfície for um cone e são classificadas em normais, transversas e oblíquas; (III) as projeções cilíndricas se classificam em equatoriais, transversas e oblíquas.

A classificação quanto ao método de traçado pode ser dividida em três conjuntos. As geométricas são as que podem ser traçadas diretamente utilizando as propriedades geométricas da

projeção. As analíticas são as que podem ser traçadas com o auxílio de cálculos adicionais, tabelas, ábacos e desenho geométrico próprio. As convencionais são as que só podem ser traçadas como auxílio de cálculo e tabelas. É importante ressaltar que a classificação quanto ao método ainda apresenta uma classificação de acordo com o ponto de vista sendo divididas em ortográficas (ponto de vista está no infinito), estereográficas (o ponto de vista é diametralmente oposto à tangencia do plano de projeção) e gnomônica (o ponto de vista é no centro da Terra).

## **6.6 PRINCIPAIS PROJEÇÕES UTILIZADAS NA ATUALIDADE**

### **6.6.1 Projeções planas ou azimutais**

Constituem um importante grupo de projeções, caracterizado pela projeção da superfície da Terra sobre um plano tangente à superfície (DANA, 1994). De acordo com Menezes e Fernandes (2013), esse grupo de projeções também podem ser chamados de azimutais, pelo fato de que o azimute do centro da projeção a qualquer direção é sempre mostrado corretamente na representação cartográfica. As principais projeções planas são: as orográficas, as estereográficas, as gnomônicas e a azimutal equidistante.

Nas projeções ortográficas, o ponto de perspectiva para a projeção ortográfica está situado no infinito, sendo os paralelos e meridianos projetados sobre o plano tangente por meio de linhas de projeção paralelas (Snyder, 1987). Foi amplamente utilizada durante a Segunda Guerra Mundial. Posteriormente, foi aprimorada para auxiliar os voos espaciais, pois lembra a fotografia dos corpos celestes.

A projeção estereográfica é uma perspectiva verdadeira na sua forma esférica, sendo a única projeção perspectiva verdadeira conforme. Seu ponto de projeção está na superfície da esfera, no lado diametralmente oposto ao ponto de tangência do plano ou do centro de projeção. As principais utilizações das projeções estereográficas são: (I) na utilização do aspecto oblíquo para a projeção planimétrica de corpos celestes; (II) no mapeamento das regiões polares; (III) na complementação da projeção UTM (acima de  $84^\circ$  e abaixo de  $-80^\circ$ ), por meio da Projeção Universal Polar Estereográfica).

De acordo com Snyder (1987) e Menezes e Fernandes (2013), na projeção gnômica, estando o ponto de vista no centro da Terra, a representação estará contida no plano de qualquer círculo máximo e este plano, seja qual for o aspecto, ocorrerá na interceptação do plano de projeção segundo uma reta, que será transformada de círculo máximo correspondente na projeção. Logo, todo círculo máximo será representado por uma reta. Tyner (1992) afirma que esse tipo de projeção apresenta a ortodrômica que é a rota mais curta que une dois pontos e neste tipo de projeção ela é representada por uma reta. As principais utilizações desse tipo projeção estão ligadas a navegação marítima e aérea, bem como na geologia para o alinhamento de componentes da crosta terrestre.

Para Snyder (1987), a projeção azimutal equidistante não é uma projeção perspectiva, porém como equidistante, tem a característica especial de que todas as distâncias estejam em uma escala real quando medidas do centro até qualquer outro ponto do mapa. O aspecto polar tem as mesmas características das demais azimutais. Círculos concêntricos para os paralelos nos polos e meridianos irradiados do centro de projeção (Menezes; Fernandes, 2013). Esse tipo de projeção pode ser estendido além do equador, mas as distorções sempre serão grandes. As principais utilizações para esse tipo de projeção

são: (I) confecção de mapas mundiais e mapas hemisféricos polares, utilizando o aspecto polar; (ii) confecção de atlas de continentes, mapas de aviação e uso de rádio, no aspecto oblíquo; (iii) utilização regular em atlas, mapas continentais e comerciais tomando-se o centro de projeção em cidades importantes.

## 6.2 PROJEÇÕES CILÍNDRICAS

De acordo com literatura (Snyder, 1987; Fitz, 2008; Menezes; Fernandes, 2013), as projeções cilíndricas correspondem às projeções que têm um cilindro como superfície de projeção. O desenvolvimento da superfície do cilindro em um plano se apresenta como um retângulo em todos os casos considerados.

Na projeção de Mercator os meridianos da projeção de Mercator são retas verticais paralelas, igualmente espaçadas, cortadas ortogonalmente por linhas retas representando os paralelos, que por sua vez são espaçados a intervalos maiores, à medida que se aproxima dos polos. Este espaçamento é tal que permita a conformidade, e é inversamente proporcional ao cosseno da latitude (Snyder, 1987; Menezes; Fernandes, 2013). A grande distorção de área de projeção pode levar a concepções erradas por leigos em Cartografia. A comparação clássica é estabelecida entre a América do Sul e a Groelândia. Esta aparece maior, apesar de realmente ser 1/8 do tamanho da América do Sul. Essa projeção é empregada em praticamente todos os mapas de fusos horários e em atlas e cartas que necessitem mostrar direções.

De acordo com Fitz (2008), na Projeção Transversa de Mercator, os meridianos e paralelos são curvas complexas, exceção ao Equador, ao meridiano central e cada meridiano afastado de 90°, que são retas. A forma esférica é conforme e o erro da escala é apenas função de distância do meridiano central, como é função da distância

do Equador na projeção de Mercator regular. Sendo amplamente utilizada em mapeamentos topográficos e como base para a projeção UTM (Universal Transversa de Mercator).

A Projeção Cilíndrica Equivalente de Lambert é uma projeção cilíndrica, equivalente e equatorial, isso quer dizer que o espaçamento dos paralelos diminui à medida que se aproxima dos polos, indicando uma redução de escala. Esse tipo de projeção é apropriado para cartas equivalentes em baixas latitudes e mapas mundiais de baixas latitudes.

### 6.6.3 Projeções Cônicas

De acordo com a literatura da área (Snyder, 1987; Fitz, 2008; Menezes; Fernandes, 2013), enquanto as projeções cilíndricas são usadas para representar mapas mundiais, ou uma faixa estreita ao longo do Equador, meridiano ou círculo máximo, as projeções cônicas são utilizadas para mostrar uma região que se estenda de este para oeste em zonas temperadas.

A projeção policônica utiliza como superfície intermediária de projeção diversos cones tangentes em vez de apenas um. De acordo com Snyder (1987), essa projeção não é conforme nem equivalente (só tem essas características próximas ao Meridiano Central). O Meridiano Central e o Equador são as únicas retas da projeção. O meridiano central é dividido em partes iguais pelos paralelos e não apresenta deformações. Os paralelos são círculos não concêntricos (cada cone tem seu próprio ápice) e não apresentam deformações. Menezes e Fernandes (2013) afirma que os meridianos são curvas que cortam os paralelos em partes iguais. Fitz (2008) indica que essa projeção apresenta pequena deformação próxima ao centro do sistema, mas aumenta rapidamente para a periferia. Vale destacar que essa projeção é apropriada para uso em países ou regiões de extensão

predominantemente norte-sul e reduzida extensão leste-oeste. É muito popular devido à simplicidade de seu cálculo, pois existem tabelas completas para sua construção, sendo amplamente difundida nos Estados Unidos da América.

As Projeções Equivalentes de Albers, como o próprio nome indica, é equivalente e normal (Snyder, 1987; Menezes; Fernandes, 2013). Possui a representação dos paralelos como arcos de círculos concêntricos e raios desses arcos, igualmente espaçados para os meridianos. Os paralelos não são igualmente espaçados, e o espaçamento é maior próximo ao paralelo padrão e menor próximo as bordas norte-sul. O polo não é o centro dos círculos, mas também é um arco de círculo, e os paralelos padrões devem ser tomados de forma a minimizarem a distorção em uma determinada região (Snyder, 1987; Fitz, 2008; Menezes; Fernandes, 2013). Essa projeção é utilizada para projetos que primam pela maior precisão na mensuração de áreas.

A Projeção Cônica Conforme de Lambert leva em consideração algumas características da projeção equivalente de Albers, como a aparência e o espaçamento dos paralelos. Essa projeção é conforme, porém, em altas latitudes, a projeção não é utilizada, em decorrência das grandes distorções existentes (Snyder, 1987). As principais aplicações dessa projeção são em regiões com pequena diferença de latitude, com a utilização de um paralelo padrão, pois primam pela manutenção das formas e das áreas.

#### **6.6.4 A Projeção UTM**

Os primeiros passos em direção a projeção UTM se iniciaram no final do século XVIII quando Gauss estabeleceu um sistema de projeção conforme para a representação do elipsoide denominado Projeção Hannover de Gauss (Fitz, 2008; Menezes; Fernandes, 2013).

Essa projeção apresentava as seguintes características: cilindro tangente à Terra, utilização do conceito da projeção de Mercator e cilindro transversal, tangente ao meridiano de Hannover.

Aproveitando os estudos de Gauss, Krüger definiu um sistema projetivo no qual o cilindro era rotacionado, aproveitando-se, como áreas de projeção, fusos independentes um do outro com três graus ( $3^\circ$ ) de amplitude. Após a Primeira Guerra Mundial, as projeções conformes foram largamente empregadas na construção de cartas topográficas. Com essa necessidade Tardi introduziu novas modificações no sistema de Gauss, criando o sistema chamado Gauss-Tardi. Esse sistema foi proposto pela União Internacional de Geodésia e Geofísica como um sistema universal. Em 1951, essa mesma organização recomendou a implantação do Sistema Universal Transversal de Mercator (UTM) que é basicamente o mesmo sistema de Gauss-Tardi com pequenas modificações.

De acordo com Menezes e Fernandes (2013), o sistema UTM foi implantado no Brasil em 1955, passando a ser utilizado para o mapeamento sistemático do país. O sistema UTM leva em conta algumas especificações como: utilizar a projeção conforme de Gauss como um sistema Tardi; o cilindro é secante, com fusos de  $6^\circ$ , sendo três graus  $3^\circ$  para cada lado; os limites dos fusos coincidem com os limites da carta do mundo ao milionésimo.

A vantagem da secância é o estabelecimento de duas linhas de distorção nula nos pontos de secância. Também vale ressaltar que o limite de fuso deve ser preservado, uma vez que cada fuso corresponderá a um conjunto independente de coordenadas. De acordo com Fitz (2008), Menezes e Fernandes (2013), essa característica dificulta a adoção dessa projeção para o estudo de áreas que contemplem mais de um fuso.

O sistema regional transversal de Mercator (RTM) é uma especificidade do sistema de projeção UTM, tendo uma conceituação similar, só que nesse caso os fusos são de dois graus ( $2^\circ$ ) de amplitude. De acordo com Fitz (2008), esse sistema é usado em aplicações regionais, evitando fusos muito reduzidos e regiões duplicadas de fusos. Outro componente dos sistemas TM é denominado de sistema local transversal de Mercator (LTM), que também apresenta conceituação similar ao sistema de projeção UTM, mas com fusos apresentando um grau ( $1^\circ$ ) de amplitude e é geralmente adotado por órgãos da Aviação para mapeamentos de aeroportos.

# CAPÍTULO 7

**O SENSORIAMENTO REMOTO,  
O GEOPROCESSAMENTO E A  
CARTOGRAFIA DIGITAL**

## 7.1 INTRODUÇÃO

Para a literatura (Raisz, 1969; JOLY,1990; Robinson *et al.*, 1995) a primeira “geotecnologia” foi o mapa, segundo Menezes e Fernandes (2013), o mais antigo vestígio dessa tecnologia é uma placa de argila mesopotâmica, contendo pontos cardeais e representando montanhas, cursos d’água e outras feições geográficas. Joly (1990), afirma que os homens sempre demonstraram preocupações em representar lugares, paisagens e caminhos úteis às suas ocupações.

Historicamente, as geotecnologias avançam à medida que novos instrumentos são confeccionados pelas civilizações. O advento da bússola e do astrolábio, no Renascimento, permitiram a humanidade explorar mares nunca desbravados aumentando significativamente a produção de mapas cada vez mais precisos.

O século XX foi marcado por grandes guerras mundiais e esses conflitos promoveram uma acentuada aceleração no desenvolvimento das geotecnologias. Nesse período, houve o aperfeiçoamento da fotografia, da litografia, da impressão em cores, além da invenção do avião. Em seguida, surgem os equipamentos eletrônicos, como os computadores e seus softwares, que permitiram dar precisão e rapidez as técnicas de representação da Terra.

Após o final da segunda guerra mundial e o início da guerra fria houve o surgimento dos satélites, importantes plataformas para a alocação de radares e sensores imageadores ativos e passivos que permitiram uma nova visão bi e tridimensional da paisagem, bem como localizar fenômenos e objetos geográficos do planeta Terra.

### 7.1.1 Um conceito de geotecnologias e suas principais componentes

Para a literatura (Robinson *et al.*, 1995; Fitz, 2008; Jensen, 2009), as geotecnologias são um conjunto de ferramentas tecnológicas voltadas à coleta, ao processamento e à análise de dados e informações espaciais. Logo, as geotecnologias são ferramentas capazes de identificar o comportamento espacial dos fenômenos geográficos físicos ou humanos e gerar informações georreferenciadas sobre eles. As principais geotecnologias são o Sistema de Informações Geográficas (SIG), o sensoriamento remoto, a cartografia digital e os Sistemas de Posicionamento Global (GPS). Vale ressaltar que grande parte das geotecnologias tem como intuito a realizar o geoprocessamento.

Câmara *et al.* (2001) afirmam que os SIGs são uma ferramenta computacional que permite trabalhar com um número infinito de informações geográficas, podendo visualizá-las, analisá-las e/ou armazená-las. Os mesmos autores se referem ao SIG como sendo o braço computacional do geoprocessamento.

Para muitos pesquisadores, os conceitos e SIG e geoprocessamento são semelhantes, mas Fitz (2008), indica que o geoprocessamento é uma tecnologia que possibilita a manipulação, análise e visualização de dados georreferenciados, independentemente de estarem agregados ou não a um SIG. Para exemplificar, Fitz (2008) afirma que a antiga técnica de decalque sobre o papel vegetal e suas análises resultantes podem ser entendidas como prática de geoprocessamento.

O sensoriamento remoto, por sua vez, é a arte e a ciência de adquirir qualquer informação de um objeto, sem estar em contato físico direto com ele (Jensen, 2009). A coleta das informações é feita por meio dos sensores, que podem ser sistemas imageadores (passivos ou

ativos) e/ou sistemas de radar. Nas últimas décadas, o sensoriamento remoto se tornou uma das principais ferramentas para aquisição de informações da superfície terrestre. As imagens e dados obtidos por sensoriamento remoto podem ser geoprocessados em ambiente SIG, pois em geral essas informações são digitais.

Para a literatura (Fitz, 2008; Tuler; Saraiva, 2014), o conceito de cartografia digital, reflete as técnicas computacionais e processos automatizados que buscam lidar com a espacialidade dos dados geográficos. A cartografia digital também é responsável pelas componentes que envolvem a elaboração dos mapas digitais.

O sistema de posicionamento global é um conjunto de instrumentos e técnicas utilizados para a localização de fenômenos geográficos na superfície de Terra. Esse sistema permite demarcar, navegar e localizar informações a partir de uma constelação de satélites que fornecem aos aparelhos receptores a sua posição em campo. Os dados adquiridos em caminhamentos com o GPS podem ser processados em ambiente SIG.

A seguir, o texto dará ênfase ao sensoriamento remoto ao geoprocessamento e a cartografia digital, apresentando suas principais características e como o desenvolvimento de novas ferramentas e suas aplicações têm mudado as perspectivas da análise geográfica.

## **7.2 SENSORIAMENTO REMOTO: PASSADO E PRESENTE**

Como visto, o sensoriamento remoto é a arte e a ciência de adquirir qualquer informação de um objeto, sem estar em contato físico direto com ele. Para se chegar ao sensoriamento remoto tal qual ele é conhecido hoje, foi necessário percorrer um longo caminho de descobertas, adaptações e avanços nas ciências e na tecnologia. Logo,

será apresentado um breve histórico dos fatos que impulsionaram o sensoriamento remoto.

### **7.2.1 Um breve histórico do sensoriamento remoto**

A história do sensoriamento remoto está intimamente ligada a invenção da máquina fotográfica aos processos de impressão fotográfica e a pesquisa aeroespacial. Para Jensen (2009), a fotografia foi o primeiro produto de sensoriamento remoto.

De acordo com a literatura (Jensen, 2009; Moraes Novo, 2010; Moreira, 2011), a primeira fotografia de que se tem notícia foi obtida em 1839. O desenvolvimento da tecnologia fotográfica foi exponencial e, por volta de 1858, o Corpo de Engenharia da França estava utilizando fotografias tomadas a partir de balões para o mapeamento topográfico de amplas áreas.

O advento do avião trouxe um grande impulso às aplicações das fotografias para o levantamento de informações geográficas, permitindo a obtenção de dados sob condições controladas e com a cobertura de áreas extensas (Jensen, 2009; Moraes Novo, 2010). As fotografias aéreas coloridas se tornaram disponíveis a partir de 1930 e logo em seguida houve o estouro da segunda guerra mundial, que trouxe enormes avanços ligados aos processos de interação da radiação na faixa do infravermelho.

Foi nos anos 1960 que o termo sensoriamento remoto ganhou forma. Desde então, esse termo tem abrigado tecnologias e conhecimentos extremamente complexos derivados de diferentes campos da ciência. Nesse período, há o surgimento dos radares aerotransportados e dos sistemas orbitais de sensoriamento remoto.

Na década de 1970 foi lançado o primeiro satélite experimental de levantamento de recursos terrestres. Esse satélite, e o sensor

multiespectral que levava a bordo apresentaram um enorme sucesso. O LANDSAT se transformou no programa de sensoriamento remoto de mais longa duração já existente. Atualmente existem muitos satélites de sensoriamento remoto em operação e planejados para entrar em operação, vale ressaltar o programa Sino-brasileiro CBERS.

## **7.2.2 A radiação eletromagnética, o espectro eletromagnético e o comportamento espectral dos alvos**

Basicamente a metodologia do sensoriamento remoto é dividida em duas fases: a aquisição que relacionada com os processos de detecção e registro de informação e a fase de utilização que compreende o tratamento e a extração de informações dos dados obtidos. Na fase de aquisição, temos alguns elementos que devem ser compreendidos como a radiação eletromagnética (REM), a fonte da radiação, o espectro eletromagnético e o comportamento espectral dos alvos.

O fluxo de radiação eletromagnética, ao se propagar pelo espaço, pode interagir com superfícies ou objetos, sendo por estes refletido, absorvido e/ou reemitido. Esse fluxo depende das propriedades físico-químicas dos elementos irradiados, e o fluxo resultante constitui uma fonte de informações a respeito daquelas superfícies ou objetos. A radiação eletromagnética é uma forma de energia que se move à velocidade da luz, seja em forma de ondas ou de partículas eletromagnéticas, e que não necessita de um meio material para se propagar.

A faixa de comprimentos de onda, frequência ou energia em que se encontra a radiação eletromagnética é praticamente ilimitada. A representação contínua da radiação eletromagnética é denominada de espectro eletromagnético.

O espectro eletromagnético é subdividido em faixas, que representam regiões possuindo características peculiares em termos de processos físicos geradores de energia, ou mecanismos físicos de detecção desta energia. As faixas mais usadas em sensoriamento remoto terrestre são: visível, infravermelho próximo, infravermelho médio, infravermelho termal e micro-ondas.

De acordo com a literatura (Jensen, 2009; Moraes Novo, 2010; Moreira, 2011; Zanotta *et al.*, 2019), para o sensoriamento remoto, as principais fontes de energia eletromagnéticas são o Sol e a Terra. A maior parte dos sensores passivos usa o Sol como fonte de REM.

A REM emitida pelo sol antes de antes de chegar à superfície terrestre atravessa a atmosfera e essa energia é alterada pelos elementos que a compõem. A absorção parcial da REM resulta em perda de energia incidente sobre os objetos geográficos. Existem, entretanto, ao longo de todo o espectro eletromagnético, regiões onde a absorção atmosférica é relativamente pequena; estas regiões são conhecidas como janelas atmosféricas e elas definem as principais faixas do espectro eletromagnético utilizados pelo sensoriamento remoto (Moraes Novo, 2010).

Em função de suas propriedades físicas, químicas e biológicas os objetos geográficos apresentam comportamento espectral diferente. O comportamento espectral de um alvo pode ser definido como sendo a medida da reflectância deste alvo ao longo do espectro eletromagnético (Meneses *et al.*, 2019). Logo, cada objeto ou conjunto de objetos vai apresentar uma assinatura espectral característica. Os principais alvos estudados são as rochas, os minerais, o solo, a vegetação e a água.

### 7.2.3 Os sistemas de sensores

Sensor é um dispositivo capaz de responder à radiação eletromagnética em determinada faixa do espectro eletromagnético, registrá-la e gerar um produto numa forma adequada para ser interpretada pelo usuário (Jensen, 2009). Um sistema sensor é constituído basicamente por um coletor e um sistema de registro e podem ser classificados

Os sistemas sensores utilizados na aquisição e registro de informações de alvos podem ser segundo a resolução espacial (imageadores e não-imageadores), segundo a fonte de radiação (ativos e passivos) e segundo o sistema de registro (fotográficos e não fotográficos). Os sistemas sensores de observação da Terra, transportados a bordo dos satélites artificiais, registram a energia refletida ou emitida pelos objetos geográficos, as quais são transformadas em imagens. Entre os principais programas existentes, destacam-se: o LANDSAT, o SPOT, o CBERS, IKONOS, QUICK BIRD e o AQUA, destinados ao levantamento, mapeamento e monitoramento dos continentes e oceanos.

### 7.2.4 A imagem digital

Para Jensen (2009), a imagem digital é um dos principais produtos do sensoriamento remoto. O mesmo autor também afirma que a imagem digital é um modelo de representação dos objetos e informações geográficas por meio da reflectância espectral.

A literatura indica que a unidade elementar da imagem digital é o pixel e este apresenta propriedades espaciais e espectrais. Os pixels são geograficamente ordenados e adjacentes a outros pixels (Fitz, 2008; Moraes Novo, 2010; Zanotta *et al.*, 2019). A resolução espacial da imagem digital está diretamente relacionada com o tamanho do pixel,

ou seja, existe uma relação entre a área real do terreno e o tamanho do pixel impactando diretamente na capacidade de se discernir os objetos geográficos.

Os valores da reflectância representados no pixel estão associados a uma escala de tons que variam de branco (alta reflectância) ao preto (baixa reflectância). A maioria dos sensores possui uma resolução radiométrica de 256 níveis de cinza. As imagens multiespectrais são formadas por duas ou mais imagens de diferentes faixas espectrais. A composição colorida de uma imagem multiespectral é realizada mediante a combinação de três bandas associadas aos planos vermelho, verde e azul (Zanotta *et al.*, 2019). Esse procedimento é muito utilizado no processamento digital de imagens de satélite, cuja finalidade é aumentar a acuidade visual em distinguir diferentes feições da imagem digital.

### **7.2.5 O processamento digital de imagens**

De acordo com Moreira (2011) e Zanotta *et al.* (2019), o processamento digital de imagens pode ser compreendido como a manipulação de imagens digitais por meio de técnicas computacionais e de softwares, destinados a identificar e extrair informações da sobre fenômenos e objetos geográficos. Esses produtos permitem diagnósticos eficientes e de baixo custo para a observação de uma área.

O processamento digital de imagem tem como objetivo melhorar os aspectos visuais da imagem de satélite com a finalidade de identificar e discriminar os objetos do mundo real (Moreira, 2011). A manipulação das imagens pode ser realizada por diversos profissionais das geociências. As técnicas de processamento de imagens podem ser divididas em três grupos: pré-processamento; realce e classificação.

O pré-processamento da imagem refere-se ao tratamento preliminar dos dados brutos. Esta técnica é realizada pela instituição privada ou governamental com o intuito de adequar a imagem por meio da eliminação de ruído e da correção radiométrica para atenuar os efeitos da atmosfera e distorções geométricas. O realce é destinado a melhorar a visualização da imagem de forma a evidenciar as informações desejadas pelos diversos profissionais. A classificação digital supervisionada e não-supervisionada de imagem permite o reconhecimento automático dos objetos geográficos pela similaridade em suas respostas espectrais. De acordo com Morais Novo (2010) e Moreira (2011), grande parte dos softwares SIG detêm ferramentas para a visualização e processamento digital de imagens.

## **7.3 O GEOPROSSESAMENTO**

Como visto anteriormente o geoprocessamento é uma tecnologia que possibilita a manipulação, análise e visualização de dados georreferenciados, independentemente de estarem agregados ou não a um SIG (Fitz, 2008). Para o desenvolvimento do texto, discutiremos o geoprocessamento atrelado a seu braço computacional, pois ele fornece poderosas ferramentas para tratar de assuntos geográficos e ambientais em diversas escalas de mensuração.

### **7.3.1 A escala de mensuração**

As mensurações efetuadas no espaço geográfico referem-se a áreas ou pontos sobre a superfície terrestre e a aspectos da interação entre elas. Entende-se por mensuração a atribuição de um número à qualidade de um objeto ou fenômeno segundo regras definidas e esse processo de atribuição forma a escala de mensuração (Fitz, 2008). A literatura classifica (Robinson *et al.*, 1995; Fitz, 2008; Menezes;

Fernandes, 2013) a escala de mensuração em quatro tipos: nominal, ordinal, intervalo e razão.

A escala nominal é um tipo de mensuração essencialmente qualitativa e usado na maioria das vezes como simples processo classificatório, na identificação das várias classes em que um determinado fato ou fenômeno possa ser decomposto. A escala ordinal é utilizada quando os fenômenos ou observações são passíveis de serem arranjados segundo uma ordem, isto é, segundo a grandeza ou preferência. A escala de intervalo refere-se a um nível de mensuração em que a escala tem todas as características de uma escala ordinal, mas os intervalos entre os valores associados são conhecidos e cada observação pode receber um valor numérico preciso. A escala de razão é a mais precisa de todas, referindo-se a um nível de mensuração em que a escala tem todas as características de uma escala de intervalo, sendo que o ponto zero é uma origem verdadeira.

### **7.3.2 Formas de Representação de Entidades Espaciais**

No SIG, os dados vetoriais são representados por pontos, linhas e polígonos aos quais são associados atributos, isto é, características das feições que eles representam. Os elementos pontuais abrangem todas as entidades geográficas que podem ser perfeitamente posicionadas por um único par de coordenadas ( $x$ ,  $y$ ). Sua localização no espaço é feita considerando uma superfície plana. Os elementos lineares são na verdade um conjunto de pelo menos dois pontos. Além das coordenadas dos pontos que compõem a linha, deve-se armazenar informações que indiquem de que tipo de linha se está tratando, ou seja, que atributo está a ela associado. Os elementos poligonais têm por objetivo descrever as propriedades topológicas de áreas, de tal forma que os atributos associados aos elementos areais possam ser manipulados da mesma forma em que um mapa temático analógico.

Os elementos espaciais podem ser definidos sobre um sistema qualquer de coordenadas (vide capítulo 5). No SIG, tais elementos podem ser manipulados de acordo com a vontade do usuário para melhor representar o objeto ou fenômeno geográfico levando em consideração os preceitos da comunicação e linguagem cartográfica.

### **7.3.3 O sistema de informações geográficas (SIG)**

Para Martinelli (2003), o SIG é uma poderosa ferramenta no trabalho geográfico e conseqüentemente, cartográfico. Segundo o mesmo autor, o SIG é capaz de visualizar, organizar e analisar infinitas informações geográficas. A literatura (Moraes Novo, 2010; Moreira, 2011) cita como principais componentes do SIG: o hardware e o software de aplicação.

O hardware é o componente físico do sistema envolvendo o computador e seus periféricos, ou equipamentos auxiliares. Vale ressaltar que não existe um conjunto fixo de equipamentos para qualquer aplicação SIG. Os equipamentos usados variam bastante de acordo com a aplicação e a disponibilidade de recursos financeiros (Moreira, 2011).

O software SIG é composto de forma simplificada por cinco componentes (subsistemas): de entrada de dados, de armazenamento de dados, de gerenciamento de dados, de análise e manipulação de dados e de saída e apresentação dos dados. As informações são provenientes de diversas fontes, como por exemplo fotografias aéreas, imagens orbitais, folhas topográficas, mapas, relatórios estatísticos etc.

Logo, é possível notar que os SIGs estão ligados a todos os subsistemas (armazenamento, gerenciamento, análise, manipulação e apresentação dos dados) e de acordo com Câmara *et al.* (2001), o

armazenamento está relacionado ao hardware em quanto as demais funções estão ligadas ao próprio software SIG.

### **7.3.4 O banco de dados geográfico**

De acordo com a literatura (Câmara *et al.*, 2001; Jensen, 2009; Moraes Novo, 2010; Moreira, 2011), o banco de dados é o componente de armazenamento de um Sistema de Informação Geográfica (SIG). O banco de dados estrutura e armazena os dados espacialmente relacionados de forma a possibilitar a realização das operações de análise e consulta.

Os bancos de dados se tornaram um componente essencial no cotidiano da sociedade moderna. Diariamente os bancos de dados são atualizados ou desenvolvidos e os cientistas implantam novas rotinas para obtenção de informações. Para Jensen (2009) e Moraes Novo (2010), os bancos de dados são tão dinâmicos quanto as informações por eles armazenadas.

### **7.3.5 Aquisição, manipulação e análise de dados**

Os dados utilizados em um SIG podem ser originários de diversas fontes, que podem ser classificadas genericamente em primárias (levantamentos direto no campo ou produtos obtidos por sensores remotos) e em secundárias (mapas e estatísticas), que são derivadas das fontes primárias.

O GPS tem demonstrado grande valor na aquisição de informações geográficas pelo seu baixo custo de aquisição, manutenção e operação. Com o GPS é possível realizar caminhamentos e marcação de pontos de interesse. Uma vez que todos os dados necessários foram coletados, estes devem ser registrados em uma base cartográfica comum.

As técnicas de extração de informações numa base de dados armazenada num SIG podem ser subdivididas em técnicas de manipulação e técnicas de análise de dados. As funções de manipulação de dados referem-se às técnicas que envolvem o manuseio de objetos para um propósito particular e as funções de análise de dados referem-se às técnicas que envolvem os princípios gerais de sobreposição e cruzamento de dados.

## 7.4 CARTOGRAFIA DIGITAL

De acordo com Menezes e Fernandes (2013) a cartografia digital é uma das geotecnologias que apresentou um profundo impacto com o desenvolvimento exponencial dos hardwares e softwares. Para os mesmos autores, esse desenvolvimento foi sentido nas últimas três décadas, quando o aperfeiçoamento dos equipamentos eletrônicos permitiu a visualização e o tratamento das geoinformações.

Os primeiros passos em direção a cartografia digital foram dados nos anos 60, onde a tecnologia e a pesquisa computacional influenciaram a cartografia. De acordo com Peterson (1995), a ciência cartográfica se adaptou rapidamente as ferramentas computacionais, porém os métodos de representação, nesse período, ainda eram muito grosseiros.

A partir do início dos anos 80 diversos termos foram surgindo para designar os esforços para o tratamento de dados cartográficos em ambiente computacional. De acordo com Rhind (1977) e Boyle (1979), o primeiro termo trabalhado em estudos científicos foi *cartografia automatizada*, que posteriormente foi substituído pelos termos *cartografia apoiada por computador* ou *cartografia assistida por computador*. Entretanto, essa nomenclatura não refletia a significância do processo de modernização que ocorria na cartografia (Marble, 1987). Para

Peterson (1995), os computadores afetaram de maneira significativa os processos de visualização, análise e edição cartográfica para a construção de mapas.

Nesse contexto, diversos softwares cartográficos foram elaborados para extrair o máximo de proveito dos hardwares e seus periféricos. De acordo com Menezes e Fernandes (2013), qualquer pessoa que possua um software de cartografia é capaz de gerar mapas, evidenciando a popularização da ciência cartográfica. Esse passo na disseminação do conhecimento cartográfico é de extrema importância, pois a cartografia se expande além dos muros da academia, permitindo o aparecimento de novos produtos por meio do seu uso por outras partes da sociedade.

Assim, o computador passa a ser o assistente do cartógrafo, e os equipamentos periféricos são os instrumentos de uma nova cartografia, denominada de Cartografia Digital (Cromley, 1992).

### **7.4.1 O mapa como um modelo de dados digital**

A literatura (Marble, 1987; Cromley, 1992; FITZ, 2005; Menezes; Fernandes, 2013; Tuler; Saraiva, 2014) por meio da cartografia digital considera o mapa como um modelo de dados. Enquanto modelo, os mapas permitem perceber a estrutura do fenômeno representado, uma vez que o processo de mapeamento visa o reconhecimento de qualquer fenômeno passível de representação (Kraak; Ormeling, 1996). Logo, os mapas podem ser concebidos como modelos representativos de informações contidas no mundo real, entretanto é necessário compreender os mapas como modelos conceituais que contêm a essência dos processos de generalização da realidade (Menezes; Fernandes, 2013). Nesse contexto, os mapas são instrumentos analíticos que auxiliam a sociedade a enxergar o mundo real sob uma nova ótica.

Para Kraak e Ormeling (1996), os mapas apresentam dados geoespaciais, ou seja, dados sobre fenômenos ou objetos dos quais se conhece a sua localização na superfície terrestre. Os mesmos autores consideram o mapa como um sistema de informações geoespaciais, já que esclarecem questões referentes a área, a distância, as posições dos pontos e ao tamanho das localidades, além de retratar a natureza dos padrões de distribuição. Tais características geram um conjunto poderoso de definições para os mapas (Moellering, 1983; Cromley, 1992; Kraak; Ormeling, 1996)

Segundo Peuquet (1984), em uma visão ampla, o mapa é um modelo de dados que pode ser definido como uma descrição geral de grupos específicos de entidades e seus relacionamentos. De acordo com Harvey (1969), a função do modelo é estabelecida por algumas características que podem classificá-los como icônico, simbólico ou analógico.

Para Menezes e Fernandes (2013), a tecnologia computacional causou um grande impacto na classificação dos modelos estabelecida por Harvey (1969), uma vez que a estrutura de armazenamento da informação digital é determinada por códigos binários, não havendo qualquer semelhança como mundo real. Logo, esses códigos só serão manipulados e visíveis em um software especializado.

Com a cartografia digital, os conceitos cartográficos já existentes, em princípio, não se alteram. Entretanto Menezes e Fernandes (2013) destacam que a complexidade de aquisição e estruturação da geoinformação aumentou exponencialmente, necessitando que as normas e padrões sejam readequados para que atendam às necessidades das estruturas geométricas e topológicas entre as diversas classes de informação geográfica sobre a superfície terrestre e o mapa.

Logo, o computador é um instrumento facilitador da representação direta do movimento e das mudanças. As visualizações múltiplas para os mesmos dados e a interação do usuário com os mapas evoca o conceito de visualização cartográfica ou visualização geográfica (MacEachren, 1995; Peterson, 1995; Dent, 1999; Sluter, 2001).

### **7.4.2 A visualização cartográfica**

Sluter (2001), indica que no processo de visualização cartográfica, os mapas são tidos como ferramentas analíticas para seus usuários. Como ferramentas de análise, os mapas podem ser utilizados tanto para investigar fenômenos geográficos, como para apresentar os resultados de uma pesquisa. Logo, os mapas são meios de visualização (Dent, 1999; Sluter, 2001; Martinelli, 2003). Atualmente, os mapas são considerados como uma forma de visualização científica. Na perspectiva da visualização cartográfica, a análise de dados espaciais é viabilizada por meio das técnicas de computação, pela visualização científica e pelos Sistemas de Informações geográficas (SIGs).

De acordo com MacEachren (1995), a visualização cartográfica deriva da visualização científica, que promove um significativo aproveitamento dos avanços tecnológicos computacionais para facilitar a visibilidade de dados científicos e conceitos. Segundo Peterson (1995), a visualização cartográfica é a criação de imagens computacionais que exibem dados espaciais para a interpretação humana. Para a literatura (MacEachren, 1995; Peterson, 1995; Dent, 1999; Sluter, 2001; Fitz, 2008; Menezes; Fernandes, 2013), a visualização cartográfica tem sido interpretada como um método de computação que integra a coleta de dados, a organização, modelagem e representação, baseada na capacidade humana de impor comandos e identificar padrões.

A visualização cartográfica demanda uma abordagem integrada ao geoprocessamento, uma vez que o processo de visualização pode variar muito, dependendo do lugar e da finalidade para que ele é necessário. Para Peterson (1995), a visualização cartográfica reafirma a importância da ilustração gráfica em todos os aspectos de análise e interpretação, reconhecendo que o ser humano tem habilidades especiais para interpretar as representações gráficas. MacEachren (1995) e Dent (1999) afirmam que do ponto de vista cartográfico, a visualização por meio dos softwares especializados é uma nova maneira de cartografar.

# CAPÍTULO 8

## A MODELIZAÇÃO GEOGRÁFICA E O PLANEJAMENTO TERRITORIAL

## 8.1 INTRODUÇÃO

**E**m um período no qual as transformações ocorrem de maneira acelerada, com a atuação de um número cada vez maior de atores, bem como de processos gerais que refletem direta ou indiretamente nas dinâmicas locais, é preciso encontrar instrumentos de análise capazes de auxiliar na compreensão desse contexto. As características do período contemporâneo nos impõem o desafio de pensar e renovar as técnicas de análise.

A literatura (Martinelli, 2003; Almeida, 2007; Fitz, 2008) considera que uma das dimensões da sociedade é o espaço geográfico e que para seu bom entendimento e aproveitamento se faz necessário realizar a avaliação e o planejamento territorial. Os textos de H. Théry (1988, 1996, 2004, 2005) destacam a modelização e o planejamento territorial como importantes ferramentas para a gestão do espaço geográfico. Esse texto pretende destacar a modelização e seus componentes como método de análise e os principais softwares utilizados para elaborar a modelização.

### 8.1.1 A representação gráfica e os mapas

De acordo com Martinelli (2003), a representação gráfica compõe uma linguagem bidimensional, atemporal e destinada à vista, expressando-se por meio da construção da imagem. Para Martinelli (2003) e Almeida (2007), a representação gráfica integra o sistema semiológico monossêmico e sua especificidade reside no fato de estar vinculada as relações que podem se dar entre os significados e os signos.

As representações espaciais são singulares no sentido de que os objetos e processos que eles expressam (localização, diferenciações, conexões, interações localizadas, qualificação dos fenômenos) são

fundamentais para a Geografia (Simelli, 2007), podendo ser imaterial (imagem mental) ou material (mapa, fotografia).

Um dos instrumentos mais importantes que permitem perceber, conhecer, apreender e atuar sobre a realidade e que representa o espaço geográfico, é o mapa. Vale ressaltar que o mapa é uma abstração da realidade espacial que é modelizado e codificado com o propósito de ser apreendido (Martinelli, 2003; Almeida, 2007). O processo básico na confecção de um mapa é substituir o espaço real por um espaço analógico. Na atualidade, existe uma grande diversidade de formas de representações espaciais em nossa cultura. Harley (2005), expressa que os mapas são instrumentos para a geografia compreender a dimensão espacial das sociedades. Logo, as geotecnologias formam uma importante base para a representação geográfica, pois permitiram transformar a cartografia analógica em digital. Para Martinelli (2003) e Harley (2005), as geotecnologias permitiram capturar as diferentes dimensões do espaço geográfico por meio da modelização.

### **8.1.2 O espaço geográfico**

Para Braga (2007), o espaço geográfico é o contínuo resultado das relações socioespaciais. Tais relações são econômicas (relação sociedade-espaço mediatizada pelo trabalho), políticas (relação sociedade-Estado ou entre Estados-Nação) e simbólico-culturais (relação sociedade-espaço via linguagem e imaginário). Braga (2007) indica que a força motriz destas relações é a ação humana e suas práticas espaciais.

Tais interações podem ser, em grande parte, especializadas e conseqüentemente representadas, ficando a cargo da cartografia a representação do espaço geográfico. Com o avançar dos tempos a produção cartográfica se tornou mais precisa. Logo, a cartografia

euclidiana se tornou mais técnica e menos reflexiva sob a ótica da geografia, se distanciando das análises dos fenômenos espaciais e priorizando a métrica nos mapas (Martinelli, 2003; Théry, 1988; 1996; 2004; 2005). Tal divergência proporcionou o surgimento da modelização para a análise das relações que compõem o espaço geográfico.

### **8.1.3 Os modelos e a geografia**

Para Brunet (2001), a geografia sempre fez uso de modelos. As décadas de 60 e 70 foram marcadas pelo crescimento dos trabalhos em geografia quantitativa que destacavam o uso de modelos para a obtenção de informações geográficas. Somente na década de 1980 surgem as primeiras formulações teóricas sobre o uso dos modelos na Geografia (Brunet, 1980, 1986, 1987, 2001). A teoria foi desenvolvida e aplicada como instrumento de análise regional, até mesmo para subsidiar o planejamento territorial, a partir de um grupo de geógrafos liderados por Brunet.

Esse grupo de pesquisa tratou de identificar as formas que a sociedade produz ao trabalhar o espaço geográfico, indicando as estruturas presentes no território (Brunet, 1980, 1986). Ao identificar as estruturas essenciais de um território e representá-las graficamente abrem-se as possibilidades de combinação dessas diferentes estruturas e de acordo com os textos de Théry (1988, 1996, 2004, 2005) essa representação fornece uma modelização chamada coremática.

## **8.2 A MODELIZAÇÃO GRÁFICA – COREMÁTICA**

Na década de 1980, Brunet cria o neologismo corema e o define como o elemento estruturante primordial do espaço geográfico. Théry e Brunet classificaram a coremática como a “gramática” dos Coremas, sendo ela a ciência interpretativa das estruturas espaciais elementares

(Brunet, 1980, 1986, 2001; Théry, 1988, 1996, 2004, 2005). Vale ressaltar que a modelização a partir de coremas é “uma escritura de modelos geográficos sob forma de figuras” estreitamente relacionada e próxima com a cartografia.

A coremática é geográfica, pois se refere às formas espaciais produzidas na apropriação do espaço pela sociedade. Brunet (1986) oferece com os Coremas e a coremática a possibilidade da representação gráfica de uma análise espacial. Os trabalhos da coremática são pós-cartografia, pois ela é um método que se utiliza dos mapas para a criação de seus produtos gráficos (Martinelli, 2003; Crampton; Krygier, 2008). A literatura afirma que a modelização reforça os esforços de renovação das bases conceituais para uma Cartografia-Geográfica.

Em seus textos Théry (1988, 1996, 2004, 2005) destaca que a modelização pode ser aplicada em diversas escalas. O mesmo autor indica que a modelização possibilita a análise da organização física, bem como as forças engendradas que originam, controlam e moldam o espaço.

### **8.2.1 Os coremas**

Os coremas são as estruturas básicas propostas por Brunet (1986, 2001) e se originam da combinação de sete lógicas sociais de controle e dominação do espaço e quatro figuras geométricas. As lógicas sociais são pautadas na influência e no poder dos atores espaciais e são reconhecidas como malha, disposição, gravitação, contato, tropismo, dinâmica territorial e hierarquia. Já as figuras geométricas utilizadas são representadas por ponto, linha, área e rede.

Os coremas criados são recorrentes quando se observam as relações espaciais sob a percepção geográfica. O conjunto dessas características levou Brunet (2001) a contemplar uma semiologia do

espaço, polissêmica, capaz de distintas representações. A interação dessas lógicas com as figuras geométricas, produziu 28 coremas (Brunet, 1986; 2001).

Na concepção de Brunet (2001), a malha corresponde à lógica de divisão espacial por meio dos conceitos territoriais. A disposição ou rede são os canais de fluxos de circulação e comunicação. A gravitação se relaciona à influência entre territórios. O contato é a demarcação de descontinuidade entre áreas ou zonas de influência que podem se atrair ou se repulsar. Tropismo atrela-se às direções e orientações da ocorrência de um fenômeno no espaço. Já a dinâmica territorial está vinculada à representação de avanços ou retrocessos de fenômenos.

Brunet (1986, 2001) propiciou para a comunidade científica uma ferramenta com elementos que fazem uma interface cartografia-geografia para a análise do espaço geográfico até então negligenciada na abordagem euclidiana. A literatura (Martinuci, 2009; Gonçalves, 2015; Fonseca; Valadão, 2018) expõe algumas vantagens no uso da modelização, a saber: (i) a possibilidade de representar as mais diversas especificidades de um espaço geográfico; (ii) permite comparações racionalizadas, levando em consideração a comparação de estruturas semelhantes em espaços distintos; (iii) amplia a possibilidade de estudos locais e permite uma aproximação entre a cartografia local e geral; (iv) o modelo é uma ferramenta de comunicação, permitindo uma rápida compreensão de forma atrativa pelo usuário final.

## **8.2.2 O mapa-modelo e os coremas**

Um mapa-modelo (*carte-modèle*) é uma representação teórica, formalizada e abstrata do real que propõe um modelo espacial (Brunet, 2001). Ela escapa às regras clássicas dos mapas, pois seu objetivo não é de ser fiel à realidade geográfica, nem de ser minuciosa

quanto à representação dos fenômenos. De acordo com a literatura (Brunet, 1980, 1986, 2001; Théry, 1988, 1996, 2004, 2005; Crampton; Krygier, 2008; Martinuci, 2009; Gonçalves, 2015; Fonseca; Valadão, 2018), foi no ensino que o mapa-modelo encontrou seu maior sucesso, pois o método sistemático da modelização fornece ferramentas para compreender e figurar o mundo.

Modelizar um espaço consiste a procurar suas estruturas e suas dinâmicas fundamentais (Brunet, 1980, 1986). Não é nem resumir, nem generalizar, é questionar e levantar hipóteses (Brunet, 2001). Com base nessas hipóteses pode-se verificar se os modelos se ajustam e correspondem mais ou menos à configuração espacial. Por meio dos coremas, o mapa-modelo é construído representando os processos e a dinâmica engendrada em um espaço geográfico. O mapa-modelo auxilia as avaliações pautadas em reflexões teóricas da geografia e cartografai em direção a uma cartografia-geográfica.

### **8.3 OS SOFTWARES E A MODELIZAÇÃO**

Na atualidade a ferramenta computacional dominou os processos de confecção de produtos cartográficos e geográficos (Martinelli, 2003; Fitz, 2008) Com os avanços realizados nas últimas décadas, tanto em hardware como em software foi possível processar grandes quantidades de informações geográficas. No entanto, representar a dinâmica da realidade de modo não estatísticos em softwares geográficos ainda é um desafio. As novas formas de representação visual e comunicação geográficas ainda não fazem parte da maioria dos códigos-fonte dos softwares especializados.

Nos últimos anos, a modelização tem ganhado destaque como instrumento de comunicação e ensino, pois demonstra ser mais cômoda, atrativa e direta, do que a síntese cartográfica tradicional que parte

da conjunção de diversos planos de informação, sem necessariamente haver algum tipo de filtragem (Martinuci, 2009). A coremática permite eliminar os elementos secundários ou acessórios para ressaltar os fundamentais, resultando numa forma de comunicação mais agradável ao usuário final.

Programas como o Mapshaper, Philcarto e mais recentemente o Draw.chat, bem como o SIG (sistema de informações geográficas), vêm auxiliando os pesquisadores na análise das informações e na preparação dos mapas-modelo. Em posse de todas as variáveis compiladas, armazenadas e processados nos softwares especializados é possível realizar uma síntese geocartográfica que dará suporte a discussão dos processos de produção do espaço geográfico.

Com os softwares supracitados é possível elencar as características do espaço a fim de extrair a forma do corema. O software utilizado para chegar ao formato vetorial poligonal que representa o espaço em análise é o Mapshaper. Théry (2004; 2005), afirma que esse seria o espaço absoluto da análise.

Em seguida, em ambiente SIG é possível determinar os elementos estruturantes, como malha viária, drenagem, uso da terra, cabos de comunicação, linhas férreas, aglomerados urbanos, povoados, bairros, comunidades étnicas etc. Também é possível utilizar o software Philcarto para determinar os elementos estruturantes a partir análise de dados e suas representações coropléticas (Gonçalves, 2015; Fonseca; Valadão, 2018). Os fluxos são representados por linhas e podem ser determinados em ambiente SIG levando em consideração as diferenças socioeconômicas e a dissimetria da acessibilidade.

O draw.chat possibilita a elaboração de um estudo prévio a partir da esquematização de um croqui do mapa-modelo, mas é no SIG que o procedimento é elaborado. O SIG garante uma correspondência

espacial entre o modelo e a informação geográfica detalhada. Martinuci (2009) afirma que é necessário construir essa ligação entre o modelo e a cartografia por meio do SIG para permitir uma leitura dos processos sociais a partir dos coremas e da cartografia, compreendendo e ampliando a visão crítica do espaço geográfico.

## 8.4 O PLANEJAMENTO TERRITORIAL

O planejamento é uma atividade inerente à natureza humana. Ao longo da história, o homem, sempre fixou objetivos e metas a serem alcançados. Assim, o planejamento territorial tem o objetivo de identificar e solucionar problemas de um território. O planejamento e a gestão territorial estão intimamente ligados e são amplamente utilizados pelo poder público para lidar com o território.

Tais instrumentos definem as políticas públicas para o uso e ocupação do solo. Vale ressaltar que o planejamento é a preparação para a gestão futura, buscando-se evitar ou minimizar problemas e ampliar margens de manobra (Souza, 2004; Toledo, 2018). Já a gestão é a efetivação, ao menos em parte, das condições que o planejamento feito no passado ajudou a construir (Souza, 2004).

O território corresponde a espaços em permanente transformação. Logo, o planejamento territorial nunca é definitivo, devendo ser acompanhado, revisado e reestruturado conforme uma série de situações e inovações que não foram previstas no início do processo.

O planejamento é um método de pesquisar, analisar, prever e ordenar mudanças (Ferrari, 1979). Para tanto, é preciso conhecer os dados do problema mediante o levantamento das informações geográficas. Por meio da análise dos dados é possível realizar a síntese da questão e projetar as transformações no território. Os

produtos cartográficos ganham destaque na análise, pois especializam as informações geográficas permitindo ao pesquisador observar os processos e agentes que constituem o território a ser planejado.

## **8.5 O USO DA MODELIZAÇÃO NA AVALIAÇÃO E PLANEJAMENTO TERRITORIAL**

O geógrafo francês Brunet foi o responsável pela formulação da coremática e da avaliação de territórios. A primeira surgiu no início dos anos 1980 e a segunda começou a ser utilizada a partir dos anos 1990. Brunet indica em seus trabalhos, que avaliar lugares e territórios é uma tarefa complexa. Para o mesmo autor o uso de indicadores numéricos pode mascarar sistemas locais que desempenham papel fundamental na avaliação e planejamento territorial (Brunet, 2001). Assim, ele afirma que tudo que pode ser medido é bom para a avaliação, mas a avaliação não pode ser limitada àquilo que pode ser medido.

Um dos objetivos da avaliação territorial é a criação de um diagnóstico que poderá dar suporte ao planejamento territorial. A avaliação precisa levar em conta as transformações e dinâmicas inseridas no território, identificando os principais agentes e processos. Brunet (2001) dividiu a avaliação em cinco etapas: avaliação da situação geográfica, medindo a posição estatística, (re)construção do sistema, avaliação de desempenho e diagnóstico.

A avaliação da situação geográfica trata do estudo e exame dos campos espaciais. Esses campos correspondem não só à distribuição dos fenômenos no espaço, mas a uma organização dessa distribuição. Podem ser de ordem natural, cultural, econômica, técnica e social. A avaliação deve ocorrer em diversas escalas, usando mapas e modelos cartográficos para a identificação das informações geográficas.

A estatística é um conjunto de dados e informações que situam o território avaliado em relação a um espaço de referência. Nesse ponto, é necessário que o avaliador saiba definir quais os indicadores serão utilizados nesse território.

A (re)construção do sistema é necessária para identificar os processos e atores que atuam naquele espaço, entender as conexões entre eles (Brunet, 1980, 2001). É possível apresentar a interpretação do sistema por meio de um texto ou de uma representação gráfica. Nessa etapa, as estratégias para o planejamento territorial podem começar a ser traçadas.

A avaliação de desempenho de um território implica em uma reflexão sobre a lógica interna, de como os componentes se relacionam, seus modos de regulação, risco de mau funcionamento, a expansão ou integração com outros espaços.

O diagnóstico deve apresentar as funções e disfunções, apontar para os riscos e oportunidades referentes ao território avaliado (Brunet, 2001). É nessa etapa que é possível compreender o funcionamento e criação do território avaliado e indicar um melhor direcionamento para o planejamento territorial.

A modelização presta importante suporte para a avaliação e planejamento territorial. Como visto no texto, a coremática trata o espaço geográfico como um produto social estruturado, organizado e diferenciado em níveis de complexidade. Para Brunet (1980; 2001), as sociedades organizam e produzem seu próprio espaço, e se reproduzem por meio deste, basta identificar os atores dessas ações. Logo, a modelização fornece ferramentas para compreender e figurar o mundo à medida que as sociedades definem as políticas públicas para a gestão territorial. A coremática e os coremas podem ser amplamente

utilizados para identificar as dinâmicas demográficas, produtivas e urbanas de uma região, bem como suas redes e fluxos.

A dinâmica demográfica se relaciona diretamente com as condições, materiais e imateriais, presentes em determinado período histórico de sua formação socioespacial. Essas condições podem ser: a produção de redes de transporte, associada à criação de normas de uso e ocupação do solo. Para literatura é imperativo entender como se deu o povoamento de uma área e como ele está associado a dinâmica de crescimento demográfico presente para que o poder público possa balizar o ordenamento e o planejamento territorial.

A distribuição das atividades econômicas no território está ligada a dinâmica produtiva e as empresas que criam subespaços especializados que se caracterizam por amplas áreas com alto índice de circulação e diferentes tipos de rede de fluxo.

A formação de centralidades e microrregiões está associada à dinâmica demográfica e a distribuição das atividades econômicas em um território. O processo de formação das centralidades é, em geral, amparado pelo poder público e visa espriar o contingente populacional de uma área consolidada para outra, diminuindo os custos dos serviços básicos nas zonas densamente povoadas.

As redes e fluxos podem ganhar duas características importantes no período contemporâneo: a primeira é sua função de integrar o território, ligando pontos desconectados e a segunda característica é tornar o território mais fluído, isto é, tentar evitar empecilhos aos fluxos, permitindo sua aceleração. Essas condições são fundamentais para o desenvolvimento econômico e precisam ser minuciosamente planejadas.

Cada dinâmica, rede e fluxo podem ser organizados por meio da coremática para dar suporte ao planejamento territorial, já que a

modelização é, segundo a literatura, uma técnica de comunicação geográfica rápida e eficiente.



# CAPÍTULO 9

## O PODER E A IDEOLOGIA INSERIDOS NA CARTOGRAFIA

## 9.1 INTRODUÇÃO

A história da cartografia mostra o conhecimento crescente do ser humano e da sociedade em relação ao espaço terrestre e nos indica que em certos momentos o conhecimento cartográfico foi utilizado pelas sociedades como forma de poder, ligando a cartografia e o cartógrafo aos contextos políticos e ideológicos das sociedades, revelando ou omitindo informações segundo os objetivos de um governo ou elite dominante.

Para o aprofundamento do assunto será necessário apresentar algumas perspectivas teóricas sobre os trabalhos de M. Foucault e Paul Claval no campo do poder e espaço, bem como os trabalhos sobre ideologia de M. Chauí. Em seguida serão expostos os contextos políticos dos mapas e como eles podem ser vistos como instrumentos de poder e propagação de uma determinada ideologia.

## 9.2 PERSPECTIVAS TEÓRICAS

O espaço, para Foucault (1979, 2008, 2012, 2013), pode ser considerado como campo de verificação dos dispositivos saber-poder, onde se permite identificar a distribuição das hierarquizações. Em seus estudos, Foucault relata que o poder não é simplesmente um recurso que pessoas ou instituições possuem e usam para controlar outras pessoas, mas sim uma força que atravessa as relações sociais e que é constantemente exercida e resistida. Foucault (1979, 2013) também acreditava que o poder é produzido por meio da comunicação e do conhecimento produzido e compartilhado, sendo ele exercido por discursos, normas e práticas que determinam o que é considerado verdadeiro ou correto em uma sociedade.

A temática entre a relação de espaço e poder é uma inquietação para os geógrafos. O historiador e geógrafo Estrabão já afirmava que o

geógrafo escreve para os homens do poder, essa passagem se confirmou ao longo dos séculos. Lacoste (1988), indica que a organização espacial é um eficaz mecanismo do poder. Foucault (2012) traça importantes pensamentos sobre a questão da espacialidade do poder por meio da interpretação das práticas disciplinares expostas por disposições espaciais, vigilâncias hierarquizadas e espaços especializados.

Claval (1979), avalia as formulações desenvolvidas por Foucault no livro *Vigiar e Punir* e conclui que o exercício do poder necessita de uma organização particular do espaço, onde os indivíduos permaneçam em total estado de vigilância e observação. Para Foucault (2012), os mecanismos de ordenação espacial são pluriescalares e originavam-se de imposições geradas pela gestão do poder.

Os dispositivos disciplinares retratados por Foucault (1979, 2008, 2012, 2013), são em grande parte, espacializantes, pois, segundo ele, a disciplina fixa, imobiliza ou regulamenta os movimentos, resolvendo as aglomerações e as circulações incertas. Assim, o poder é exercido sobre um território e seus habitantes.

Dando continuidade a essa perspectiva teórica abordaremos o conceito de Ideologia trabalhado por Chauí (1984). Para a autora, a ideologia apresenta um caráter multifacetado, mostrando ser um conjunto lógico, sistemático e coerente de representações (ideias e valores), normas ou regras de conduta que indicam aos membros da sociedade o que devem sentir e como devem sentir, além do que devem fazer e como devem fazer.

Como já exposto o poder é exercido pelo governo ou por uma parcela da sociedade que impõe filtragens ideológicas aos mapas. Por vezes, essas filtragens são modificações nas projeções, omissão ou generalização de informações geográficas. Dificultando a leitura do mapa e a comunicação cartográfica. Assim, o poder e a ideologia

operam para mascarar, homogeneizar ou apagar as informações e diferenças da sociedade para mantê-la disciplinada e imobilizada.

### **9.3 A DIMENSÃO POLÍTICA DOS MAPAS**

Segundo Teixeira Neto (2008), o mapa é o produto principal da cartografia e sempre despertou o interesse da sociedade. Para o mesmo autor, o mapa pode ser usado como ferramenta de poder, conquista e dominação, sendo essa sua dimensão política mais conhecida.

A abordagem dos mapas como instrumento de poder é necessária para a compreensão dos processos de constituição da estrutura social das civilizações. Para Teixeira Neto (2008), historicamente, os mapas foram reservados aos especialistas militares, acadêmicos ou governamentais, existindo um retardo no acesso e na divulgação dos documentos cartográficos. Harley (2005) e Teixeira Neto (2008) afirmam que a centralização das informações nas mãos de poucos deixa o restante da sociedade à mercê do conhecimento produzido pelo governo

Teixeira Neto (2008) também aponta para a profusão de mapas politicamente incorretos, trazendo omissões e ausência das estatísticas e informações geográficas que tratam de assuntos relacionados as minorias, pobreza etc. Para Harley (2005), esse comportamento reflete as filtragens ideológicas aplicada pelo governo.

Harley (2009), também reflete sobre como a cartografia pode ser um instrumento de exercício do poder político e social. Assim como Teixeira Neto (2008), Harley (2009) aponta que a produção cartográfica está ligada aos contextos históricos e ideológicos da sociedade, revelando ou omitindo informações segundo os objetivos de quem detém a autoridade sobre a informação.

### 9.3.1 O contexto histórico-político dos mapas

Para Harley (2005, 2009), o contexto pode ser definido como as circunstâncias nas quais os mapas foram elaborados e utilizados. O autor elabora uma analogia com a comunicação verbal e indica que o contexto também reconstrói os quadros físicos e sociais que determinaram a produção e o consumo dos mapas, bem como a identidade dos produtores e do usuário dos mapas.

Em uma rápida inserção na história cartográfica fica evidente a influência do poder político, religioso e social nos documentos cartográficos. Harley (2005, 2009) afirma que ao longo da antiguidade, a confecção de mapas foi uma das armas de inteligência mais especializadas para adquirir um poder, administrá-lo, codificá-lo e legitimá-lo. O autor também indica que na Europa antiga e medieval a cartografia sempre foi uma ciência “dos príncipes” e foram eles que patrocinaram a confecção dos mapas para fins militares, políticos e de propaganda.

Harley (2009), revela que na Europa moderna os monarcas e dirigentes tinham consciência do valor dos mapas para guerra, administração interna ligada a expansão do governo central e instrumento de propaganda para legitimar as identidades nacionais. Para Harvey, os mapas como exercício de poder confirmam a presença dos contextos políticos por meio das escalas geográficas, essas funções vão desde a construção do Império Mundial à manutenção do Estado-Nação e à afirmação dos direitos de propriedade individuais. Em cada um desses contextos, as dimensões do regime político e do território são compiladas em imagens, que fazem parte do arsenal intelectual do poder.

### 9.3.1.1 *Mapas e Império*

Os mapas, assim como os canhões e os navios foram as armas do imperialismo. Os mapas serviam para promover a política colonial, onde os territórios eram reivindicados no papel, antes mesmo de serem ocupados. Para Harley e Teixeira Neto, em artigos já citados, os cartógrafos marchavam junto com os soldados, elaborando documentos cartográficos para as missões de reconhecimento, em seguida os mapas eram utilizados para a exploração dessas colônias.

De acordo com a literatura, os mapas prestam-se a legitimar a realidade de conquista das potências imperiais, contribuindo para a manutenção territorial e servindo como instrumento de comunicação e propaganda. Harvey (1969) e Harley (2005) afirmam que a grafia dos mapas permitia o exercício de um poder arbitrário, onde o espaço podia ser dividido num papel delimitando possessões de terra, como foi visto no Novo Mundo. Logo, os mapas tornaram-se moeda de “negociações” políticas, de divisões, vendas e tratados nos territórios das colônias e com o passar do tempo essas representações cartográficas adquiriram força de lei.

### 9.3.1.2 *Os mapas e o Estado-Nação*

Os mapas estão intimamente ligados à ascensão do Estado-Nação no mundo moderno. Diversos mapas impressos na Europa ressaltavam as nações, as drenagens e as fronteiras político-econômicas. Para Harley (2005), o Estado tornou-se e permaneceu um dos principais mandatários da atividade cartográfica.

Harley (2009), afirma que o Estado-Nação, a partir do século XVIII, utilizou os mapas de forma sistemática para atividades militares, permitindo a condução de guerras a distância. Harley (2005, 2009) também indica que os mapas militares atenuam o sentimento de

perdas e destruição, pois as linhas num papel favorecem a ideia de um espaço socialmente vazio. Para o lado vitorioso do conflito, os mapas proclamam a almejada vitória, assim como os desfiles e cantos.

### **9.3.2 Os mapas como instrumento de poder**

Como visto, a representação da Terra por meio dos mapas pode conter distorções. Menezes e Fernandes (2013), afirma que a partir do momento que o cartografo elege uma projeção, ele infere sobre as formas da informação geográfica e na comunicação cartográfica.

Também foi explanado, que historicamente, os cartógrafos servem a uma elite ligada ao Estado, assim a política exerce o seu poder sobre a cartografia. Por vezes, os cartógrafos usaram de artifícios para criar uma tendência nos mapas, o que foi chamado, segundo Harley (2009), de desvio ou distorções que podem ser intencionais ou “inconscientes”.

#### *9.3.2.1 Distorções Intencionais no conteúdo dos mapas*

Ao longo do tempo pode-se encontrar distorções intencionais do conteúdo dos mapas com fins políticos, já que o cartografo nunca foi um artista, artesão ou técnico independente. Atrás da criação de um mapa se esconde um conjunto de relações de poder, que cria suas próprias especificidades sejam elas impostas pelo Estado ou pelo mercado. Os mapas sempre fizeram parte do arsenal da guerra, nos mais diferentes meios. Assim surgiram os mapas de propaganda que foram utilizados como armas ideológicas e psicológicas desde a Europa do século XVII até a Guerra Fria e traziam distorções intencionais para alavancar o sentimento patriótico da nação.

As diversas manipulações, segundo Harley (2005, 2009), findam na censura cartográfica e implicam em uma representação

intencionalmente errônea que visa enganar os usuários. A censura cartográfica suprime os elementos e as informações geográficas, tendo como justificativa a segurança nacional ou a necessidade comercial. A imagem censurada é uma forma de exercício do poder e marca os limites do discurso autorizado.

### 9.3.2.2 *Distorções “inconscientes” no conteúdo dos mapas*

De acordo com Harvey (1969) e Harley (2005), os valores da sociedade interferem na forma em que o cartógrafo produz o mapa. O autor cita os três principais aspectos que são: a geometria do mapa, as tendências (o silêncio dos mapas) e a hierarquização na representação cartográfica.

A geometria ou estrutura geométrica dos mapas determinada por um ponto fixo ou projeção também é um elemento de amplificação do impacto político de uma imagem, mesmo quando a distorção não é buscada conscientemente. A tendência, chamada por Harley (2009) de “o silêncio dos mapas” consiste na omissão de determinadas informações com a finalidade de ressaltar outras características mais importantes do território de acordo com os propósitos do Estado. A hierarquização pelos cartógrafos indica um meio de classificação e legitimação das hierarquias estabelecidas pelo Estado.

### 9.3.3 *Discurso cartográfico e ideologia*

Os mapas como os outros símbolos culturais, pose der interpretado como uma forma de discurso, sendo ele um sistema de linguagem e signos incomparável. Os códigos de comunicação podem ser ao mesmo tempo imagéticos, numéricos, espaciais, linguísticos e temporais.

As generalizações nessa linguagem ocorrem por meio da ação política no exercício do poder. O conteúdo dos mapas, bem como seus modos de representação, confecção e utilização foram invadidos pela ideologia, favorecendo um discurso homogeneizador. Para Harvey (1969) e Harley (2005; 2009), a ideologia é via de mão única, com sentido a sociedade oprimida pelo poder das elites e do Estado.

Para a literatura (Harvey, 1969; Harley, 2005, 2009; Teixeira Neto, 2008; Menezes; Fernandes, 2013), os mapas e suas distorções servem essencialmente como uma linguagem de poder e não de contestação. Logo, os processos cartográficos praticados pelo poder consistem em atos deliberados, em práticas de vigilância e de adaptações cognitivas conforme os valores e crenças dominantes. Tais processos de dominação por meio dos mapas de cunho ideológico são sutis, exercendo sua influência pela força da representação simbólica.

#### **9.4 O CARTÓGRAFO COMO AGENTE MODERADOR DA INFORMAÇÃO AO LONGO DA HISTÓRIA**

Como visto ao decorrer do texto a cartografia e o cartógrafo estão ligados aos contextos históricos, políticos e ideológicos das sociedades (Harvey, 1969; Harley, 2005; 2009; Teixeira Neto, 2008). Harley (2009), afirma que a cartografia pode ser um instrumento de exercício do poder político e social. Harley (2005, 2009) apresenta três perspectivas: o contexto político dos mapas, sua utilização no exercício do poder e a simbologia dos elementos.

Para Harley (2005, 2009) entender o contexto político da produção cartográfica iria auxiliar na compreensão do que “se oculta” por trás dos mapas como: características sociais, econômicas ou religiosas. Historicamente, os mapas foram repositórios de informações privilegiadas e sua produção esteve ligada as elites (Teixeira Neto, 2008).

Harley (2009) também afirma que os mapas conter imprecisões, omitir informações e definir hierarquias segundo um objetivo prévio. As distorções revelam muitas das vezes propaganda política e ideológica imposta por governos ou por interesses particulares. O mesmo autor expressa que os cartógrafos podem ter omitido ou negligenciado informações a mando de seus pagadores (Harvey, 1969; Harley, 2005, 2009; Teixeira Neto, 2008). Logo, fica evidente que o cartografo foi um agente regulador de informações a mando de uma elite/governo.

# CAPÍTULO 10

## UM BREVE RELATO SOBRE A CARTOGRAFIA GEOGRÁFICA CRÍTICA

## 10.1 INTRODUÇÃO

Crampton e Krygier (2008) afirmam que nos últimos anos a cartografia tem escapado ao controle das elites que exerceram a dominação sobre ela por centenas de anos. Crampton e Krygier (2008) indicam que o conhecimento cartográfico vem tomando novas dimensões à medida que surgem novas práticas de mapeamento e um olhar crítico ao que já foi proposto, assim a cartografia não disciplinada ganha forma.

## 10.2 A CARTOGRAFIA NÃO-DISCIPLINADA

Como visto, a cartografia e o seu produto principal – os mapas – são considerados formas de poder político (Harley, 2005, 2009). Entretanto dois eventos desafiaram a dominação das elites na construção dos mapas, sendo eles a tecnologia e os novos atores.

Atualmente, a tecnologia modificou a forma dos levantamentos de dados espaciais, bem como o processo de criação dos mapas. Logo, foi possível identificar que outros atores além dos especialistas se tornaram parte do processo de confecção cartográfica. Tais atores trouxeram novas demandas, novas formas de mapear, além de elaborar uma nova ótica crítica a partir da teoria social, afirmando o teor político dos mapas.

Para Acserald *et al.* (2008), tais tendências resistem e desafiam a prática e o método de mapeamento recebido e estabelecidos quando a cartografia se tornava disciplina acadêmica. Para Crampton e Krygier (2008), essa mudança de paradigmas está ocorrendo de maneira difusa, por meio da luta e da resistência. Para a literatura (Agnew, 2002; Acserald, 2008, 2013; Crampton; Krygier, 2008), esse contexto afirma que a cartografia está sendo indisciplinada, isto é, sendo libertada dos limites acadêmicos e se tornando aberta à sociedade.

### 10.3 A CARTOGRAFIA GEOGRÁFICA CRÍTICA

De acordo com Girardi (2019), a proposição inicial da cartografia geográfica crítica (CGC) tem sido a elaboração de uma teoria cartográfica que argumente uma mudança na concepção do mapa. Para Girardi (2019), essa mudança permitirá novas práticas cartográficas que utilizem o mapa como instrumento de libertação.

Um dos primeiros trabalhos a constatar uma visão crítica sobre o mapa pertence a Lacoste (1988). O autor é um dos percussores da geografia crítica. Ao longo dos anos, os estudiosos da geografia crítica consideraram o mapa como uma técnica que não contribuía para os avanços teóricos, dada a sua natureza positivista (Lacoste, 1988; Harley, 2005, 2009).

Harley (1989) lança a principal referência do que a geografia crítica chama de teoria crítica do mapa. Esse autor discute que a concepção dos mapas é o reflexo de uma construção social. Harley (1989; 2005; 2009) levou em consideração os trabalhos de Foucault (1979, 2012, 2013) e propôs uma desconstrução do mapa por meio da análise de sua textualidade. Harley (1989, 2005) elabora uma interpretação das teorias da onipresença e do exercício do poder de Foucault, afirmando que o mapa não reflete uma visão exata da realidade.

Harley (1989, 2005, 2009) demonstra que os mapas não são somente reflexos de regras geométricas e da razão, mas também são produtos nas normas e valores sociais. Logo, os princípios da desconstrução dos mapas estabelecem uma abordagem crítica do mapa. Após Harley, diversos trabalhos surgiram com a mesma temática. Esses demonstram o caráter textual e discursivo dos mapas, bem como as intencionalidades do mapeador. A cartografia geográfica crítica rompe com a visão que relaciona o mapa diretamente ao

positivismo, desmitificando-o como verdade absoluta e retirando a suposta neutralidade que ele carrega (Crampton; Krygier, 2008).

### **10.3.1 As principais abordagens cartográficas**

Para Girardi (2019), a abordagem cartográfica é um conjunto coerente de teoria e metodologia relacionados à representação espacial e que possui características particulares que possibilitam distinguir as representações gráficas do espaço elaboradas a partir de seus fundamentos. A cartografia geográfica crítica utiliza três abordagens distintas: A semiologia gráfica, a visualização cartográfica e a modelização. A literatura (Crampton, 2004; Cosgrove, 2005; Crampton; Krygier, 2008; Girardi, 2019) indica o uso dessas três abordagens de forma conjunta e complementar para o desenvolvimento de um projeto cartográfico.

A semiologia gráfica centraliza seus esforços na normalização da representação gráfica para o tratamento e comunicação das informações por meio de três elaborações básicas: as redes, os diagramas e os mapas (Bertin, 1977). A ênfase está em comunicar as informações por representações gráficas. A semiologia é a base essencial para o mapeamento já que apresenta as regras para a obtenção do melhor resultado na comunicação (Bertin, 1977; Cosgrove, 2005; Girardi, 2019). Por esse motivo, as demais abordagens cartográficas são baseadas na semiologia gráfica.

A visualização cartográfica consiste em descobrir e gerar novas informações por meio do mapeamento. Ela é o resultado da evolução das técnicas de exploração de informações com o uso de computador no mapeamento. As possibilidades da visualização cartográfica conferem ao mapa um outro papel no interior da geografia, nesse contexto é possível revelar padrões, formas, relações e dissimetrias.

A modelização ou coremática está inserida na ampla proposta de análise geográfica de Brunet, e vai além de uma metodologia para a representação do espaço. Essa teoria leva em consideração todo o conjunto teórico da geografia. O produto da análise não é um mapa, mas um modelo gráfico (vide Capítulo 8).

A literatura (Crampton, 2004; Cosgrove, 2005; Crampton; Krygier, 2008; Girardi, 2019) afirma que a cartografia geográfica crítica é uma proposta teórico-metodológica cujo principal objetivo é indicar formas diferentes das tradicionais de concepção e prática cartográfica. Nesse sentido, a cartografia geográfica crítica agrupa um conjunto de técnicas e teorias que possibilitam uma leitura da realidade mais próxima dos pressupostos da geografia crítica, priorizando os grupos oprimidos, tentando explicar a causa das desigualdades e propondo mudanças a partir de um posicionamento crítico e com consciência social.



# CAPÍTULO 11

## A CARTOGRAFIA SOCIAL E O MAPEAMENTO PARTICIPATIVO

## 11.1 INTRODUÇÃO

No decorrer do século XIX e início do século XX, houve o aumento da demanda por mapas para fins específicos. Logo, a cartografia passou por um processo de compartimentação, já que os avanços tecnológicos desse período alteraram significativamente a produção e a comunicação cartográfica.

As áreas de aplicação da cartografia exercem importante fator organizacional. Inicialmente a cartografia foi classificada em duas áreas, a cartografia sistemática e a cartografia temática. Durante a década de 1990, diversos pensadores defenderam a inclusão de uma nova área, a cartografia social que vai além das técnicas e métodos estatísticos para entender a sociedade e o espaço geográfico (Acserald *et al.*, 2008; 2013).

## 11.2 A CARTOGRAFIA SOCIAL

A cartografia social corresponde a um instrumento que privilegia a construção do conhecimento popular, simbólico e cultural elaborado sobre os preceitos da coletividade onde os diversos grupos sociais expressam seus anseios e desejos (Paulston, 1996; Acserald *et al.*, 2008; 2013; Braceras, 2012; Tetamanti, 2018). Essa cartografia busca registrar relatos e as representações no processo de automapeamento, evocando a identificação de situações inerentes a conflitos na forma do uso do território.

Os atores da cartografia social são as comunidades ou populações étnicas que apresentam identidades coletivas, conservam suas práticas e culturas ancestrais e estão inseridas em um determinado território (Paulston, 1996; Braceras, 2012; Tetamanti, 2018). Grandes exemplos de atores da cartografia social são as tribos dos povos

originários do Brasil, as comunidades quilombolas, os assentamentos pesqueiros etc.

O campo de atuação da cartografia social leva em consideração que tais atores possuem a necessidade de estabelecer formas próprias de conceber e representar seu território a partir dos meios cartográficos (Paulston, 1996; Acserald *et al.*, 2008). Logo, o conhecimento vai além dos aspectos físicos e mapeiam as vivências, as relações, as lutas e as práticas de resistência e liberdade de uma comunidade.

Paulston (1996), Acserald *et al.* (2008, 2013) e Braceras (2012), indicam que uma população tem a capacidade de produzir diferentes mapas em diferentes momentos históricos sobre o mesmo espaço. Os mesmos autores afirmam que os mapas são dinâmicos por conta das lutas sociais vividas por essas populações.

Tendo em vista o contexto dinâmico da cartografia social se faz necessário tecer algumas considerações sobre o mapeamento participativo e suas ferramentas, bem como os aportes metodológicos da cartografia social.

### **11.2.1 O mapeamento participativo e suas ferramentas**

Os mapeamentos que se propõe a incluir populações locais nos processos de produção de mapas disseminaram-se a partir dos anos 1990. Essa iniciativa ficou reconhecida como mapeamento participativo. A literatura (Paulston, 1996; Acserald *et al.*, 2008, 2013; Braceras, 2012; Tetamanti, 2018) afirma que o mapeamento participativo é aquele que reconhece o conhecimento espacial e ambiental de populações locais e os insere em modelos mais convencionais de conhecimento.

Nesse tipo de mapeamento os membros das comunidades se envolvem diretamente no levantamento das informações geográficas referentes ao uso da terra e das fronteiras de seus domínios. Logo, a

cartografia social por meio do mapeamento participativo possibilita a incorporação dos mapas as lutas sociais, evidenciado os fatores étnicos e culturais.

De acordo com Acserald *et al.* (2008), as técnicas e tecnologias empregadas no mapeamento participativo variam muito, bem como a escala de atuação. As principais ferramentas para a confecção dos mapas participativos são: As cartografias: efêmera de esboço e de escala, bem como as maquetes, os foto-mapas, o sistema de posicionamento global (GPS) e o sistema de informações geográficas (SIG).

A cartografia efêmera é o método mais básico e envolve o traçado das linhas no próprio chão. Os participantes utilizam matérias-primas como gravetos, folhas, seixos para representar a paisagem física e cultural.

A cartografia de esboço é ligeiramente mais elaborada. A representação cartográfica é oriunda da observação dos participantes ou da memória coletiva da comunidade. A cartografia de esboço não conta com medidas exatas e nem com referências geográficas. Normalmente envolve o desenho de símbolos em grandes folhas de papel para representar as características da paisagem

A cartografia de escala é a ferramenta de produção mais elaborada e gera dados com referências geográficas. Para Acserald *et al.* (2008), isso permite o desenvolvimento de mapas com escala o que permite a comparação direta com outros mapas.

As maquetes são uma ferramenta que integra os dados geográficos conhecidos com os dados de elevação, de escala e referencias geográficas. Com a maquete é possível que a comunidade crie características geográficas como é o caso do uso da terra. Acserald *et al.* (2008, 2013) afirma que os dados representados na maquete

podem ser digitalizados auxiliando outras etapas do processo de confecção de mapas participativos.

Os foto-mapas, utilizam as fotografias aéreas (ortofotografias) que tem correção geométrica e são dotadas de referências geográficas para constituem uma fonte de dados precisos obtidos por sensoriamento remoto e que podem ser utilizados em projetos comunitários envolvendo grandes áreas.

O GPS é uma ferramenta de destaque na produção de mapas participativos, pois tornaram-se ferramentas acessíveis e indicam a localização exata usando uma constelação de satélites. Para Acserald *et al.* (2008), o GPS é fortemente utilizado para a demarcação de áreas onde existe algum tipo de disputa, principalmente quando se trata do acesso e controle de recursos naturais. Os dados registados pelo GPS dão precisão a cartografia de esboço e de escala ou a outros métodos com menos precisão.

O SIG é uma ferramenta amplamente utilizada no mapeamento participativo. A partir do SIG é possível arquivar, gerenciar e analisar informações com referências geográficas sobre um espaço. Para Acserald *et al.* (2008), as comunidades usam essa ferramenta para as questões relacionadas a organização espacial e a tomada de decisões.

### **11.2.2 Aportes Metodológicos da Cartografia Social**

De acordo com a Asociación de Proyetos Comunitarios, em seu manual *Território y Cartografia Social*, o aparte metodológico da cartografia social está fundamentado na investigação-ação-participação (Popayan, 2005).

Nesse sentido, a investigação está associada a participação da comunidade, aportando seu conhecimento por meio dos narradores orais permitindo a atualização e utilização da memória individual

e coletiva. A ação significa que o conhecimento de uma realidade permite atuar sobre ela. Logo, trata-se de conhecer a realidade para transformá-la e não investigar somente para conhecê-la. A participação corresponde ao processo permanente de construção social em torno dos conhecimentos, experiências e proposta de transformação e desenvolvimento dessas comunidades. Logo, a comunidade precisa ter voz ativa e decisiva no processo investigativo. A sistematização é compreendida como uma recompilação e organização das informações elencadas nas ações de mapeamento. Essa etapa permite dimensionar os dados, práticas e conhecimentos da comunidade, visando atingir o desenvolvimento social sustentável.

A cartografia social é uma intervenção baseada no trabalho de identificação de saberes, categorias, variáveis e indicadores, a fim de proporcionar um primeiro passo na organização da informação de uma comunidade tradicional. Os trabalhos desenvolvidos pela cartografia social e o mapeamento participativo, necessitam estruturar o procedimento de maneira didática, inteligível e acessível para os agentes mapeadores (Braceras, 2012; Tetamanti, 2018). Essa iniciativa toma forma por meio de oficinas de cartografia social.

Essas oficinas contam com quatro etapas básicas: a etapa de diagnóstico, uma etapa metodológica-organizacional, outra etapa metodológica-operacional e uma etapa de estratégias de uso, sendo todas elas pensadas para a construção do conhecimento territorial da comunidade.

A etapa do diagnóstico reconhece as características da realidade onde será desenvolvido os trabalhos de mapeamento, levando em consideração as características culturais, sociais e etárias dos sujeitos envolvidos. Nessa etapa são levantados os conflitos sociais e/ou ambientais existentes no espaço.

A segunda etapa é a metodológico-organizacional que é elaborada após o diagnóstico do território. Nessa etapa são escolhidas as ferramentas do mapeamento participativo. As ferramentas escolhidas são organizadas por nível de complexidade e tem como finalidade expor a realidade local.

A terceira etapa é a metodológico-operacional, em que as técnicas escolhidas são aplicadas ao território em questão. Nessa etapa os encontros em oficinas são intensificados visando o resgate histórico por meio da memória individual e coletiva. A literatura (Paulston, 1996; Popayan, 2005; Acserald *et al.*, 2008, 2013; Braceras, 2012; Tetamanti, 2018) afirma que essa etapa é primordial, pois é a partir dela que se desenvolvem os trabalhos de mapeamento e a confecção dos produtos cartográficos. Após a construção dos mapas participativos, eles são digitalizados por meio de software e ficam armazenados em um banco de dados SIG. Em seguida ocorre a revalidação dos dados e informações presentes nos mapas, sendo que os agentes mapeadores tem o direito de manipular as informações. A partir das correções e do manuseio da informação, um produto cartográfico é gerado.

Por fim, a quarta etapa é a estratégia de uso para o mapeamento e os produtos cartográficos gerados. A literatura acredita que a cartografia social e o mapeamento participativo podem ser utilizados nos processos de afirmação territorial, na fortificação dos aspectos culturais, a discursão dos conflitos territoriais e na demarcação de riquezas naturais. O Estado também pode utilizar esses produtos cartográficos na formulação de ações comunitárias e políticas públicas.

Vale ressaltar que a cartografia social e do mapeamento participativos são dinâmicos e seus produtos mutáveis ao longo do tempo, pois o conhecimento utilizado nessa prática advém da memória e das percepções individuais e coletivas da comunidade.

### **11.2.3 A construção do conhecimento territorial**

O território para a cartografia social é o emaranhado de representações do cotidiano de um determinado grupo social, em que são levados em conta os aspectos naturais, culturais, ideológicos e seus conflitos (Acserald *et al.*, 2008). Historicamente, as representações territoriais passaram a delimitar o real visando descrevê-lo, defini-lo e simbolicamente possuí-lo. Os mapeamentos oficiais não levam em conta o conceito de território da cartografia social e são subordinados aos sistemas políticos que utilizam os mapas como ferramenta de exercício do poder, omitindo informações importantes sobre os povos originários, os quilombolas e demais comunidades tradicionais.

Em contrapartida a cartografia social cria uma realidade de território que atende os anseios das comunidades marginalizadas que passam por algum tipo de conflito territorial. Os projetos e oficinas de cartografia social valorizam o conhecimento tradicional, cultural e simbólico mediante as ações de mapeamento dos territórios coletivos e étnicos.

O reconhecimento do território é feito por meio das oficinas de cartografia social que utilizam as diversas ferramentas do mapeamento participativo (Braceras, 2012; Tetamanti, 2018). De acordo com Acserald *et al.* (2008), as ferramentas e recursos tecnológicos fornecem a validade científica para o mapa, transformando-o em documento detentor de poder perante as negociações com o Estado.

### **11.3 BOAS PRRÁTICAS NA CARTOGRAFIA SOCIAL**

Os efeitos e resultados da cartografia social estão relacionados a uma série de fatores que vão desde os anseios e vontades das comunidades até os métodos e processos utilizados (Mwanundu, 2009). Logo, é importante determinar as melhores práticas para

adaptá-las aos diferentes contextos do mapeamento participativo e da cartografia social.

### **11.3.1 Entornos favoráveis ou desfavoráveis**

A falta de mecanismos e estruturas administrativas eficazes, que permitam incorporar os resultados obtidos por meio da cartografia social constituem um obstáculo para a materialização do potencial dessa iniciativa. A existência de leis e instrumentos jurídicos ou normativos contrários ao movimento da cartografia social caracterizam um entorno desfavorável.

A literatura (Mwanundu, 2009) apresenta que a cartografia social pode contribuir de maneira eficaz para a governança de um território, servindo de instrumento prático para favorecer e fomentar a legitimidade dos territórios étnicos ou tradicionais. Países da América Latina e África estabeleceram um entorno favorável quando criaram leis para dar voz e espaço aos territórios em que a cartografia social foi aplicada (Mwanundu, 2009).

### **11.3.2 A função dos agentes mediadores para o desenvolvimento das atividades**

Os principais agentes mediadores no processo da cartografia social, são pesquisadores vinculados a universidades, organizações não governamentais ou entidades ligadas ao governo (Mwanundu, 2009). Para a prática adequada é necessário um comportamento ético por esses agentes que mediam o processo, uma vez que a comunidade deve assumir o controle da tomada de decisões referente ao processo cartográfico social.

O agente mediador é responsável por apresentar os objetivos gerais do mapeamento e como a comunidade assumirá o controle

da prática (Braceras, 2012; Tetamanti, 2018). O agente dará o apoio intelectual nas etapas metodológicas apresentando as melhores ferramentas e como elas funcionam. Também é tarefa do moderador balizar as oficinas cartográficas (Mwanundu, 2009).

### **11.3.3 A importância do processo**

De forma ideal, o processo de cartografia social leva em consideração a capacidade de adaptar as técnicas aos requisitos de cada comunidade. No entanto, os agentes moderadores apresentam uma tendência de estruturar o processo a partir de experiências prévias. Esse foco estruturado retira a flexibilidade e os benefícios do mapeamento participativo (Mwanundu, 2009).

Para a literatura (Mwanundu, 2009; Braceras, 2012; Tetamanti, 2018), o processo cartográfico é dinâmico e deve seguir o preceito investigação-ação-participação, visando empregar as melhores técnicas para atender aos interesses específicos das comunidades marginalizadas e não dos agentes mediadores.

# CAPÍTULO 12

## A CARTOGRAFIA E AS LUTAS SOCIAIS E ÉTNICAS

## 12.1 INTRODUÇÃO

**P**ara Menezes e Fernandes (2013), a cartografia é a ciência, arte e tecnologia de construção de mapas e seus estudos. Martinelli (2003) afirma que parte desses estudos está relacionado a comunicação cartográfica e a utilização dos mapas por meio da sociedade. Logo, a cartografia é uma forma de representação e leitura de mundo que apresenta um acentuado caráter imagético que lhe proporciona uma maior evidencia e visibilidade. A representação cartográfica é utilizada pelos mais diversos campos da ciência para especializar informações.

A história da cartografia mostra o conhecimento crescente do ser humano e da sociedade em relação ao território (Joly, 1990). A literatura (Harvey, 1969; Harley, 1989, 2005, 2009) indica que em certos momentos o conhecimento cartográfico foi utilizado pelas sociedades como forma de poder, ligando a cartografia aos contextos políticos e ideológicos das sociedades. Nesse contexto, será abordado temas ligados a cartografia e as lutas sociais pelo reconhecimento identitário e territorial.

## 12.2 A CARTOGRAFIA E O PROCESSO DE TERRITORIALIZAÇÃO

Para Acserald *et al.* (2008), os mapas — produto principal da cartografia — são uma abstração do mundo real elaboradas a partir de um ponto de vista. Paulston (1996) e Acserald *et al.* (2008) afirmam que na história das representações espaciais, os mapas começaram como uma ficção, um meio de se pensar o mundo a partir da crença e dos mitos, e não a partir da geografia. Foi a partir do processo de observação do mundo e do surgimento de novas tecnologias, ao longo da história, que os mapas se tornaram instrumentos “objetivos”.

A cartografia e as representações do território, por meio dos mapas “objetivos”, passaram a recortar o real para descrevê-lo, defini-lo e possui-lo de forma simbólica (Harley, 2005). Logo, os mapas passam a subordinar-se aos imperativos territoriais dos sistemas políticos, deixando de lado o território plural, aberto ao aleatório e não controlável para se transformarem em uma extensão quantificada, limitada e controlada pelo gesto cartográfico que é imposto e serve de suporte a política e suas ações (Paulston, 1996; Acserald *et al.*, 2008, 2013).

Para Acserald *et al.* (2008, 2013), o mapa é um instrumento que ordena e dá ordens aos atores envolvidos na produção do território. Assim, o simples ato de mapear se torna um objeto da ação política. A literatura da área (Harvey, 1969; Harley, 1989, 2005, 2009; Paulston, 1996; Teixeira Neto, 2008; Acserald *et al.*, 2008, 2013) indica que a política dos mapeamentos estabelece uma disputa entre as distintas representações do espaço. Tais disputas tendem a acirrar-se quando formas socioterritoriais estabilizadas sofrem alterações ou quando novas tecnologias são implementadas no mapeamento e na produção cartográfica.

A disseminação dos mapas tem sido portadora de múltiplos efeitos, desde a multiplicação democratizante das formas de interpretar o mundo até como mecanismos ideológicos e de controle. É nesse contexto que os mapas se tornaram um instrumento do poder.

### **12.2.1 O mapa como instrumento do poder**

A abordagem dos mapas como instrumento de poder é necessária para a compreensão dos processos de constituição da estrutura social das civilizações. Harley (2009) aponta que a produção cartográfica está ligada aos contextos históricos e ideológicos da

sociedade, revelando ou omitindo informações segundo os objetivos de quem detém a autoridade sobre a informação. Por vezes, os cartógrafos usaram de artifícios para criar uma tendência nos mapas, o que foi chamado, segundo Harley (2005, 2009), de desvio ou distorções que podem ser intencionais ou “inconscientes”.

Um ponto a ser considerado no contexto dos mapas como ferramentas do poder e da territorialização reside no fato de que, ao se representar um território no papel, eliminam-se as inferências da realidade. Assim, a presença de populações e comunidades tradicionais podia ou podem ser simplesmente ignoradas em uma nova divisão territorial (Harley, 2005; Teixeira Neto, 2008). É nessa conjuntura que as comunidades tradicionais e sua memória coletiva do espaço são colocadas à prova.

### **12.3 UM CONCEITO DE COMUNIDADES TRADICIONAIS E GRUPOS ÉTNICOS**

É de fundamental importância conhecer a diversidade territorial e suas complexidades, além dos grupos envolvidos. Logo, as comunidades tradicionais buscam reconstruir a sua identidade e território, tomando como ponto de partida a memória coletiva e o território étnico como resistência.

As relações sociais inerentes aos conflitos territoriais enfrentados pelas comunidades tradicionais refletem a necessidade do entendimento dos processos geo-históricos e sociais que lhe garantem os direitos étnicos territoriais. Em um cenário de reparação cultural e territorial, destaca-se a dívida histórica em relação a exploração física e psicológica aos povos originários e aos povos africanos retirados de sua terra natal e escravizados.

O Estado Brasileiro é responsável por políticas públicas para os territórios tradicionais. Porém, essas políticas encontram dificuldades em sua efetivação, uma vez que as tramas territoriais passam por um congresso ruralista que tenta inviabilizar mudanças nos quadros jurídicos e fundiários.

O reconhecimento formal para as políticas para os territórios tradicionais teve início na Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), que auxiliou nas mudanças conjunturais dos processos formais na temática das comunidades tradicionais. Essa convenção é aplicada aos territórios tradicionais de países independentes e levam em consideração os costumes ou tradições, indicando que as comunidades não são apenas uma área delimitada e sim um espaço de vivência fluido de produção material e reprodução de suas matrizes culturais.

No Brasil, em 2007, foi assinado o Decreto nº 6040, que “define” o que são povos e comunidades tradicionais. Na forma da lei, os povos e comunidades tradicionais são

[...] os grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas de organização social própria, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para a sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição (Brasil, 2007).

A literatura (Reclus, 2010; Pelegrina, 2020) aborda como questão primordial para a manutenção das comunidades tradicionais o acesso a seu território e aos recursos naturais necessários à sua sobrevivência. Entretanto, manter o acesso ao território significa continuar resistindo à sistemática do agronegócio, a especulação imobiliária e a disputa territorial com outras partes da sociedade.

## 12.4 CARTOGRAFIAS SOCIAIS E AS TRAMAS TERRITORIAIS

Ao longo do processo de formação dos Estados nacionais houve uma vontade afirmada de unificação de informações que não deixava espaço para a iniciativa e a experimentação locais. No século XIX, a Europa utilizava amplamente o conceito de homem médio como unidade de base da observação e da gestão política, configurando um espaço homogêneo. As categorias de análise passaram a eliminar a diversidade espacial em benefício de ligações centradas, códigos e estatutos de alcance nacional (Acserald *et al.*, 2008, 2013). Logo, foi visto um esforço para obliterar a diversidade.

Os estudos no âmbito da cartografia geográfica crítica e da cartografia social, trazem à tona as especificidades do território. Nos anos 1990, as experiências com o mapeamento participativo mostram que novas questões são postas ao jogo das disputas cartográficas com a inserção das novas formas de mapeamento, dando voz e direito as comunidades étnico-tradicionais.

São múltiplas as tramas territoriais, fundiárias, étnicas e políticas sobre as quais as iniciativas de mapeamento participativo tem se realizado no mundo (Mwanundu, 2009; Braceras, 2012; Tetamanti, 2018). Verifica-se uma mobilização e o acionamento de demandas territoriais por grupos subalternos localizados, a literatura (Acserald *et al.*, 2008, 2013; Braceras, 2012; Tetamanti, 2018) tem designado esse processo para a América Latina de virada territorial. É nessa trama territorial que as comunidades se constituem para promover as experiências de mapeamento participativo.

O quadro jurídico mudou a partir da Convenção 169 da OIT, que apresentou os critérios para o reconhecimento do direito de terras as comunidades tradicionalmente as ocupam. Tal dispositivo legal

passou a favorecer o entendimento do caráter “tradicional” das terras ocupadas em termos relacionais e como meio de afirmação identitário ante o Estado em cenários de tensão social e conflitos ambientais e fundiários.

No Brasil, se instaurou uma mudança na esfera jurídica no início dos anos 2000, com a afirmação dos direitos específicos a espaços comuns atribuíveis aos povos originários do Brasil, aos quilombolas e aos demais grupos que tenham formas próprias de viver, criar e fazer, tendo por base o tripé cultura/identidade/território (Brasil, 2007).

O quadro fundiário está relacionado ao direito da terra. O regime autoritário no Brasil deu facilidades e incentivos para a apropriação de terras e a grilagem no início dos anos 70. Esse período é marcado por uma valorização primária das terras à medida que a infraestrutura chegava aos rincões do país, acrescentando economicidade a inúmeras atividades produtivas.

A partir de 1996, o Brasil passou a dar maior prioridade a política agrária, uma vez que o Banco Mundial pontuou que a distribuição desigual de terras e a falta de investimentos em áreas rurais seriam um dos responsáveis por restringir as taxas de crescimento econômico brasileiras. No mesmo período, as comunidades tradicionais e os povos originários da América Latina se mobilizaram, amparados por instrumentos jurídicos, para a defesa dos seus territórios gerando inúmeras tensões e áreas de conflito.

## **12.5 AS LUTAS POR RECONHECIMENTO IDENTITÁRIO E TERRITORIAL NO BRASIL**

Discorrer sobre o espaço brasileiro é dialogar com a diversidade social e os conflitos que há no espaço geográfico das Américas. É reavaliar o contexto histórico, buscando entender as várias formas

de organização presentes no território nacional. O reconhecimento identitário e territorial dos grupos étnicos, dos povos originários do Brasil e das comunidades tradicionais se contrapõem aos modelos vigentes de monopólio da terra, onde a degradação ambiental e o uso do trabalho escravizado contemporâneo estão presentes a gerações.

Foi a partir da constituição de 1988 que foram afirmados os direitos de reconhecimento daqueles que sempre foram ameaçados em sua luta por legitimação de seus territórios. Atualmente, os povos e comunidades tradicionais que se expressão pelas suas etnias, língua e saberes enfrentam as complexibilidades da questão fundiária no Brasil. A cada dia o agronegócio expande suas fronteiras, confiscando e remanejando diversos grupos tradicionais. O genocídio em massa dos povos originários do Brasil, dos quilombolas, ribeirinhos e outras comunidades tradicionais é uma das principais ferramentas para a posse indevida das terras tradicionalmente ocupadas.

A identidade étnica, a dimensão cultural e simbólica dos territórios de comunidades tradicionais é caracterizada por um emaranhado de memórias individuais e coletivas que estão representadas em suas territorialidades (Acserald *et al.*, 2008, 2013; Braceras, 2012; Tetamanti, 2018). Essas identidades refletem as lutas sociais definidas com base nas formas sociais de uso comum dos recursos, o que o Estado, fundamentado na propriedade privada, tem grande dificuldade de reconhecer.

De acordo com a literatura (Mwanundu, 2009; Braceras, 2012) as expulsões constantes e as disputas territoriais envolvendo grupos étnicos em suas territorialidades são observados por todo o país e tais conflitos exigem procedimentos concretos do Estado para que esses territórios sejam reconhecidos formalmente (Acserald *et al.*, 2013). O direito dessas comunidades e dos povos originários do Brasil

são ameaçados diariamente por uma bancada ruralista que coloca as vontades do agronegócio em destaque.

A constituição de 1988 se caracteriza pela universalidade do resgate histórico e atual dos direitos universais do povo brasileiro. Logo, é dever do Estado criar políticas públicas para a manutenção dos povos originários do Brasil e das comunidades étnicas e tradicionais, especificamente no que diz respeito a inclusão social.

Para os povos indígenas já existe um reconhecimento constitucional, mas questões primordiais continuam pendentes, como é o caso da demarcação de suas terras e do acesso à saúde e educação diferenciada que respeite os saberes locais.

A questão primordial para os povos e as comunidades tradicionais é o acesso ao território e aos recursos naturais, indispensáveis para a sobrevivência. Manter o acesso ao território significa continuar resistindo a expansão sistemática do agronegócio, da especulação imobiliária e da disputa territorial (Mwanundu, 2009; Acserald *et al.*, 2013). Para os povos e comunidades tradicionais a terra não é apenas o meio de produção, mas a terra tem conteúdo simbólico, cultural e ancestral, caracterizando-se como patrimônio coletivo e sociocultural.

## REFERÊNCIAS

ACSERALD, H. (org.). **Cartografia social, terra e território**. Rio de Janeiro: IPPUR/UFRJ, 2013.

ACSERALD, H. (org.). **Cartografias sociais e Território**. Rio de Janeiro: IPPUR/UFRJ, 2008.

AGNEW, J. **Making Political Geography**. London: Arnold, 2002.

ALMEIDA, R. D. (org.). **Cartografia escolar**. São Paulo: Contexto, 2007.

Asociación de Proyectos Comunitarios (Popayan). **Territorio y Cartografía Social**. Proyecto: Fortalecimiento de las organizaciones pertenecientes a la asociación de proyectos comunitarios. a.p.c. 2005.

BERTIN, J. Perception visuelle et transcription cartographique. **International yearbook of cartography**, v. 16, p. 25-43, 1976.

BERTIN, J. **Sémiologie Graphique: les diagrammeon**. Paris: Flammarion, 1977.

BOARD, C. Os mapas como modelos. *In*: CHORLEY, R.; HAGGETT, P. (org.). **Modelos físicos e de informação em Geografia**. São Paulo: Edusp, 1975.

BOYLE, A. R. Automated cartography. **World Cartography**, n. 15, p. 63-70, 1979.

BRACERAS, I. **Cartografía participativa: herramienta de empoderamiento y participación por el derecho al territorio**. Bilbao: UPV/EHU, 2012.

BRAGA, R. M. O espaço geográfico: um esforço de definição. **GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)**, v. 11, n. 2, p. 65-72, 2007.

BRASIL. **Decreto n.º. 6.040, de 7 de fevereiro de 2007.** Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Brasília, 2007.

BRUNET, R. **La carte, mode de emploi.** Paris: Fayard/Reclus, 1987.

BRUNET, R. La cartes modèle e les corèmes. **Mappemonde**, n. 4, p. 2-6, 1986.

BRUNET, R. La composition des modèles dans l'analyse spatiale. **L'Espace géographique**, n. 4, p. 253-265, 1980.

BRUNET, R. **Le déchiffrement du monde.** Paris: Belin, 2001.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (org.). **Introdução à ciência da geoinformação.** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2001.

CHAUÍ, M. S. **O que é ideologia.** São Paulo: Abril Cultural/Brasiliense, 1984.

CHEE, B. J.; FRANKLIN JR., C. **Computação em Nuvem: Tecnologias e Estratégias.** São Paulo: M.books do Brasil Editora, 2013.

CLAVAL, P. **Espaço e poder.** Rio de Janeiro: Zahar, 1979.

COSGROVE, D. Maps, mapping, modernity: art and cartography in the twentieth century. **Imago Mundi**, v. 57, p. 35-54, 2005.

CRAMPTON, J. W. GIS and geography governance: reconstructing the choropleth map. **Cartographica**, v. 39, p. 41-53, 2004.

CRAMPTON, J. W.; KRYGIER, J. Uma introdução à Cartografia crítica. In: ACSELRAD, H. (org.). **Cartografias sociais e território.** Rio de Janeiro: IPPUR/UFRJ, 2008.

CROMLEY, R. G. **Digital Cartography.** Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1992.

DANA, P. H. Geographic information systems Loran-C coverage modeling. *In: ANNUAL TECHNICAL SYMPOSIUM*, 22. Bedford. **Proceedings** [...]. Wild Goose Association, 1994.

DENT, B. D. **Cartography: thematic map design**. Dubuque: McGraw-Hill, 1999.

DENT, B. D. **Principles of Thematic map design**. London: Addison-Wesley, 1985.

FERRARI, C. **Curso de planejamento municipal integrado**. 2. ed. São Paulo: Livraria Pioneira, 1979.

FITZ, P. R. **Cartografia Básica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FONSECA, C. O.; VALADÃO, R. C. Coremática: um olhar geográfico sobre o espaço. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 38, n. 2, p. 407-427, 2018.

FOUCAULT, M. **Microfísica do Poder**. Rio de Janeiro: Graal, 1979.

FOUCAULT, M. O sujeito e o poder. *In: FOUCAULT, M. Uma trajetória filosófica*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2013.

FOUCAULT, M. **Segurança, território, população**. Tradução de Eduardo Brandão. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

FOUCAULT, M. **Vigiar e punir**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

GIRARDI, P. E. A construção de uma cartografia geográfica crítica. **Revista Geográfica De América Central**, v. 2, 2019.

GONÇALVES, A. F. Avaliação de território e coremática na compreensão do espaço geográfico. **GEOUSP: Espaço e Tempo**, v. 19, p. 501-515, 2015.

HARLEY, J. B. Deconstructing the map. **Cartographica**, Toronto, v. 26, n. 2, 1989.

HARLEY, J. B. **La nueva naturaleza de los mapas: ensayos sobre la historia de la cartografía**. Cidade do México: FCE, 2005.

HARLEY, J. B. Mapas, saber e poder. **Confins**, n. 5, p 1-25, 2009.

HARVEY, D. **Explanation in geography**. London: Edward Arnold, 1969.

INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC ASSOCIATION (ICA). Report of the ICA Executive Committee. **Cartography and Geographical Information Systems**, v. 20, p. 187-195, 1992.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parênteses, 2009.

JOLY, F. **A Cartografia**. Campinas: Editora Papirus, 1990.

KOLACNY, A. Cartographic information: a fundamental concept and term in modern cartography. Canadian Cartographer. **Cartographica: the nature of cartographic communication**, Toronto, v. 14, p. 39-45, 1977.

KRAAK, M. J.; ORMELING, F. J. **Cartography-visualization of spatial data**. Essex: Addison W. L. Limited, 1996.

LACOSTE, Y. **A Geografia: isso serve, em primeiro lugar para fazer guerra**. Tradução Maria Cecília França. Campinas, SP: Papirus, 1988.

MacEACHREN, A. M. **How maps work: representation, visualization and design**. New York: Guilford Press, 1995.

MARBLE, D. F. The computer and cartography. **The American Cartographer**, n. 14, p. 101-103, 1987.

MARTINELLI, M. **Cartografia temática**: caderno de mapas. São Paulo: EDUSP, 2003.

MARTINELLI, M. **Os mapas da geografia e cartografia temática**. São Paulo: Contexto, 2003.

MARTINUCCI, O. S. Da cartografia à coremática: representações espaciais para uma espacialidade mutante. **Mercator**, v. 8, p. 193-207, 2009.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T.; BAPTISTA, G. M. M. **Reflectância dos materiais terrestres**: análise e interpretação. São Paulo: Oficina de textos, 2019.

MENEZES, P. M. L.; FERNANDES, M. C. **Roteiro de Cartografia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

MOELLERING, H. Designing interactive cartographic systems using the concept of real and virtual maps. *In*: AUTOCARTO INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AUTOMATED CARTOGRAPHY. **Proceedings** [...]. Ottawa, 1983.

MORAES NOVO, E. M. L. **Sensoriamento remoto**: princípios e aplicações. São Paulo: Blucher, 2010.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto**. Viçosa: Editora UFV, 2011.

MWANUNDU, S. **Buenas prácticas en cartografía participativa**. Uttar Pradesh: Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), 2009.

PAULSTON, R. (org.). **Social Cartography**: mapping ways of seeing social and educational change. New York: Garland, 1996.

PELEGRINA, M. A. Cartografia social e uso de mapeamentos participativos na demarcação de terras indígenas: o caso da TI Porto Limoeiro-AM. **GEOUSP: Espaço e tempo**, v. 24, n. 1, p. 136-152, 2020.

- PETERSON, M. P. **Interactive and animated cartography**. New York: Prentice-Hall, 1995.
- PEUQUET, D. J. A. Conceptual framework and comparison of spatial data models. **Cartographica**, n. 21, p. 66-113, 1984.
- RAISZ, E. **Cartografia Geral**. Rio de Janeiro: Científica, 1969.
- RAISZ, E. **Principles of cartography**. New York: McGraw-Hill, 1962.
- RECLUS, E. **O Homem e a Terra: a Cultura e a Propriedade**. São Paulo: Editora Imaginário, 2010.
- RHIND, D. H. Computer assisted cartography. **Transactions, Institute of British Geographers**, London, n. 2, p. 71-97, 1977.
- ROBINSON, A. H.; MORRISON, J. L.; MUEHRCKE, P. C.; KIMMERLING, A. J.; GUPTILL, S. C. **Elements of cartography**. 6. ed. New York: J. Wiley & Sons, 1995.
- ROBINSON, A. H.; PETCHENIK, B. B. The map as a communication system. **Canadian Cartographer**, Toronto, v. 14, p. 92-110, 1977.
- SANCHEZ, M. E. Conteúdo e eficácia da imagem gráfica. **Boletim de Geografia Teórica**. Rio Claro, v. 11, p. 74-81, 1981.
- SIMIELLI, M. E. R. O mapa como meio de comunicação e a alfabetização cartográfica. In: ALMEIDA, R. D. (org.) **Cartografia Escolar**. São Paulo: Contexto, 2007. p. 71-97.
- SLUTER, C. R. Sistemas especialistas para a geração de mapas temáticos. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 53, p. 45-64, 2001.
- SNYDER, J. P. **Map projections: a working manual**. U.S.G.S Professional Paper. Washington: U.S. Government Printing Office, 1987.
- SOUZA, M. L. **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbana**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

TAYLOR, D. R. F. A Conceptual basis for cartography: new directions for the information era. **The Cartographic Journal**, London, v. 28, n. 2, p. 213-216, 1991.

TEIXEIRA NETO, A. Cartografia, território e poder: dimensão técnica e política na utilização de mapas. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 26, n. 2, p. 49-69, 2008.

TETAMANTI, J. M. D. **Cartografía Social: teoría y método: Estrategias para una eficaz transformación comunitaria**. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Editorial Biblos, 2018.

THÉRY, H. A dimensão temporal na modelização gráfica. **GEOUSP**, São Paulo, v. 17, p. 171-184, 2005.

THÉRY, H. **Brésil / Brasil / Brazil (un atlas chorématique)**. Paris: Fayard/Reclus, 1996.

THÉRY, H. Modélisation graphique et analyse régionale: une méthode et un exemple. **Economie Rurale** (Paris), Québec, v. 32, n. 86, p. 135-150, 1988.

THÉRY, H. Modelização gráfica para a análise regional: um método. **GEOUSP: Espaço e Tempo**, n. 15, p. 179-188, 2004.

THÉRY, H.; MELLO, N. A. **Atlas do Brasil, Disparidades e dinâmicas do território**. São Paulo: EDUSP, 2005.

TOLEDO, R. A. O planejamento urbano como um possível instrumento da gestão democrática das cidades. **Revista Espaço de Diálogo e Desconexão (REDD)**, v. 10, 2018.

TULER, M.; SARAIVA, S. **Fundamentos de Geodésia e Cartografia**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

TYNER, J. **Introduction to thematic cartography**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1992.

ZANOTTA, D. C.; FERREIRA, M. P.; ZORTEA, M. **Processamento de imagens de satélite**. São Paulo: Oficina de textos, 2019.

## ÍNDICE REMISSIVO

- C 134, 140, 141, 142, 148
- Cartografia 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 39, 46, 52, 54, 55, 56, 73, 74, 84, 85, 86, 91, 93, 94, 95, 97, 104, 106, 107, 109, 111, 114, 115, 116, 117, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 134, 140, 141, 142, 148
- Cartográfica 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 39, 46, 52, 54, 55, 56, 73, 74, 84, 85, 86, 91, 93, 94, 95, 97, 104, 106, 107, 109, 111, 114, 115, 116, 117, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 134, 140, 141, 142, 148
- Comunicação 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 39, 46, 52, 54, 55, 56, 73, 74, 84, 85, 86, 91, 93, 94, 95, 97, 104, 106, 107, 109, 111, 114, 115, 116, 117, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 134, 140, 141, 142, 148
- E
- Espaço 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 39, 46, 52, 54, 55, 56, 73, 74, 84, 85, 86, 91, 93, 94, 95, 97, 104, 106, 107, 109, 111, 114, 115, 116, 117, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131,
- L
- Literatura 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 39, 46, 52, 54, 55, 56, 73, 74, 84, 85, 86, 91, 93, 94, 95, 97, 104, 106, 107, 109, 111, 114, 115, 116, 117, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 134, 140, 141, 142, 148
- M
- Mapa 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 39, 46, 52, 54, 55, 56, 73, 74, 84, 85, 86, 91, 93, 94, 95, 97, 104, 106, 107, 109, 111, 114, 115, 116, 117, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 134, 140, 141, 142, 148
- Mapas 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 39, 46, 52, 54, 55, 56, 73, 74, 84, 85, 86, 91, 93, 94, 95, 97, 104, 106, 107, 109, 111, 114, 115, 116, 117, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 134, 140, 141, 142, 148
- Mapeamento 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 39, 46, 52, 54, 55, 56, 73, 74, 84, 85, 86, 91, 93, 94, 95, 97, 104, 106, 107, 109, 111, 114, 115,

116, 117, 120, 121, 122, 123,  
124, 125, 126, 127, 128, 130,  
131, 134, 140, 141, 142, 148

P

Projeção 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17,  
18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28,  
29, 32, 33, 34, 35, 39, 46, 52,  
54, 55, 56, 73, 74, 84, 85, 86,  
91, 93, 94, 95, 97, 104, 106,  
107, 109, 111, 114, 115, 116,  
117, 120, 121, 122, 123, 124,  
125, 126, 127, 128, 130, 131,  
134, 140, 141, 142, 148

R

Representação 9, 10, 11, 12, 14,  
15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23,  
24, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 39,  
46, 52, 54, 55, 56, 73, 74, 84,  
85, 86, 91, 93, 94, 95, 97, 104,  
106, 107, 109, 111, 114, 115,  
116, 117, 120, 121, 122, 123,  
124, 125, 126, 127, 128, 130,  
131, 134, 140, 141, 142, 148

S

Sistema 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17,  
18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28,  
29, 32, 33, 34, 35, 39, 46, 52,  
54, 55, 56, 73, 74, 84, 85, 86,  
91, 93, 94, 95, 97, 104, 106,  
107, 109, 111, 114, 115, 116,  
117, 120, 121, 122, 123, 124,  
125, 126, 127, 128, 130, 131,  
134, 140, 141, 142, 148

Superfície 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17,  
18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28,  
29, 32, 33, 34, 35, 39, 46, 52,  
54, 55, 56, 73, 74, 84, 85, 86,

91, 93, 94, 95, 97, 104, 106,  
107, 109, 111, 114, 115, 116,  
117, 120, 121, 122, 123, 124,  
125, 126, 127, 128, 130, 131,  
134, 140, 141, 142, 148

T

Território 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17,  
18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28,  
29, 32, 33, 34, 35, 39, 46, 52,  
54, 55, 56, 73, 74, 84, 85, 86,  
91, 93, 94, 95, 97, 104, 106,  
107, 109, 111, 114, 115, 116,  
117, 120, 121, 122, 123, 124,  
125, 126, 127, 128, 130, 131,  
134, 140, 141, 142, 148

## **SOBRE O AUTOR**

Sanmy Silveira Lima

Possui graduação em Geologia pela Universidade Federal de Sergipe (2014) e em Geografia pela Universidade Estácio de Sá (2021). Também possui mestrado em Geociências e Análise de Bacias pela Universidade Federal de Sergipe (2017) e doutorado em Geociências pela Universidade Federal de Pernambuco (2021). O autor tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geologia, Geografia e Cartografia, atuando principalmente nos seguintes temas: sensoriamento remoto, geomorfologia, cartografia geológica, aerogeofísica e geocronologia.

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6609-2767>



# Cartografia em recortes

Cartografia em recortes é um livro que aborda de forma simplificada os principais pontos referentes ao conhecimento cartográfico, além de trazer uma importante reflexão sobre o poder dos mapas na sociedade. O livro é dividido em dois seguimentos, o primeiro seguimento trata dos pontos referentes ao conceito da cartografia, a divisão da ciência cartográfica, as bases cartográficas e ao uso das geotecnologias na construção do conhecimento cartográfico. A segunda parte do livro trata do poder e ideologia que os mapas carregam, bem como um aprofundamento sobre a cartográfica social, o mapeamento participativo e as lutas sociais e étnicas travadas através da cartografia no reconhecimento territorial de comunidades étnico-tradicionais.

Sanmy Silveira Lima

RFB Editora  
Home Page: [www.rfbeditora.com](http://www.rfbeditora.com)  
Email: [adm@rfbeditora.com](mailto:adm@rfbeditora.com)  
WhatsApp: 91 98885-7730  
CNPJ: 39.242.488/0001-07  
Av. Governador José Malcher, nº 153, Sala 12,  
Nazaré, Belém-PA, CEP 66035065

